



 **TPU** S430

The logo for the TPU S430 product, consisting of a stylized icon of four blue squares arranged in a 2x2 grid to the left of the text "TPU" in a large, bold, blue sans-serif font, followed by "S430" in a smaller, red sans-serif font.

Manual do Produto

Edição 1

AS16002310, Rev. 01, Janeiro 2017

Apesar de ter sido cuidadosamente revisto, não pode ser garantida a completa conformidade do conteúdo deste manual com as características técnicas e funcionais do produto a que se refere, dado que não pode ser excluída a presença de erros tipográficos ou outros. A informação disponibilizada é verificada periodicamente e correcções ou explicações adicionais necessárias serão incluídas em futuras revisões do documento.

Devido ao contínuo desenvolvimento, o conteúdo deste manual poderá ser alterado sem aviso prévio.

Todas as correcções ou sugestões de melhoria são bem-vindas.

PREFÁCIO

Objetivo

Este manual descreve o funcionamento, instalação, configuração, operação e manutenção da TPU S430.

Âmbito

Este manual destina-se a engenheiros de proteção e automação de sistemas de energia, pessoal especializado responsável pela instalação, configuração e comissionamento do equipamento e elementos das empresas de transporte e distribuição de energia encarregues da sua operação.

Aplicação

A informação contida neste manual é válida para o seguinte equipamento da EFACEC Automação:

- ◆ TPU S430, Edição 1

Instruções de Segurança

Este manual não contempla todas as medidas de segurança requeridas para a operação do respectivo equipamento pois podem ser necessárias medidas adicionais em circunstâncias específicas. Contudo, todas as instruções de segurança referidas ao longo do manual devem ser implementadas.

Qualquer intervenção relativa à instalação, comissionamento ou operação do equipamento deverá ser efetuada apenas por pessoal técnico credenciado para o efeito.

O equipamento não deve ser utilizado para qualquer outro fim que não seja o indicado neste manual.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correcto funcionamento da TPU S430, e eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.

Nível Conhecimento Linguístico (para destinatários não nativos)

Para compreensão integral do conteúdo deste documento, recomenda-se que o leitor tenha um conhecimento da Língua Portuguesa ao nível B1, definido pelo Quadro Europeu Comum de Referência.



Este produto encontra-se de acordo com a Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2006/95/EC (Directiva de Baixa Tensão), bem como de acordo com a Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2004/108/EC (Directiva de Compatibilidade Electromagnética).

A conformidade é comprovada por ensaios efetuados pela EFACEC, bem como por ensaios realizados por entidades independentes, de acordo com as normas EN 61000-6-2: 2005, EN 61000-6-3: 2007, EN 60870-2-1: 1996 e EN 50263: 1999 no que respeita à Directiva de Compatibilidade Electromagnética, e de acordo com as normas EN 60950-1: 2006 + A1: 2010 + A11: 2009 + A12: 2011 e EN 60255-5: 2001 no que respeita à Directiva de Baixa Tensão.

Organização

Este manual encontra-se organizado em capítulos de forma a ser mais fácil encontrar a informação pretendida e a adaptar-se aos diversos leitores-alvo a que se destina:

- ♦ **Capítulo 1 - Introdução:** sumário das características e funcionalidades do equipamento;
- ♦ **Capítulo 2 - Instalação:** instruções para a correcta montagem do equipamento e execução de todas as ligações necessárias;
- ♦ **Capítulo 3 - Interface:** guia para a utilização da interface homem-máquina local do equipamento;
- ♦ **Capítulo 4 - Configuração do dispositivo:** descrição das configurações de base e de personalização das funcionalidades do equipamento;
- ♦ **Capítulo 5 - Funções de aplicação:** descrição do princípio de funcionamento e da parametrização e lógica associadas a cada função;
- ♦ **Capítulo 6 - Comunicações:** aplicação das funções associadas às comunicações pela rede de área local e sua configuração;
- ♦ **Capítulo 7 - Operação:** instruções para a operação do equipamento enquanto permanecer em serviço;
- ♦ **Capítulo 8 - Anexos:** informação relevante para a configuração do equipamento.

Ao longo do texto, são feitas chamadas de atenção para aspectos particulares da instalação, configuração ou operação do equipamento, com diferentes níveis de importância:



Instrução de segurança cujo não cumprimento pode colocar em risco o correcto funcionamento, e eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.



Instrução de segurança ou operacional cujo não cumprimento pode pôr em causa o correcto funcionamento do equipamento.



Informação adicional de especial interesse para uma mais fácil configuração ou utilização, não relevante para a segurança pessoal e/ou do equipamento.



Resposta a questão frequente acerca da configuração ou operação do equipamento, para uma rápida solução do problema.

Documentos Relacionado

Referência	Documento	Número
[1]	TPU S430 Datasheet	AS16001248
[2]	Automation Studio User Manual	ASID12000061
[3]	Automation Studio User Manual – Efacec Devices	ASID12000065
[4]	Automation Studio User Manual – IEC 61131-3 Programming	ASID12000066
[5]	Automation Studio User Manual – IEC 61850 and Third-Party Devices	ASID12000064

Revisões do Manual

Revisão	Data	Alterações
01.01	2016-12-30	Emissão do documento.

GLOSSÁRIO

c.a.	Corrente Alternada
A/D	Analógica / Digital
ANSI	American National Standards Institute
AS	Automation Studio
AT	Alta Tensão
BCD	<i>Binary-Coded Decimal</i>
BCU	Unidade de Controlo de Painel (<i>Bay Control Unit</i>)
c.c.	Corrente Contínua
CB	Disjuntor
CDC	<i>Common Data Class</i> (IEC 61850)
CID	<i>Configured IED Description</i> (IEC 61850)
COMTRADE	<i>IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange</i>
CPU	Central Processing Unit
CT	Current Transformer
DNP	<i>Distributed Network Protocol</i>
DSP	<i>Digital Signal Processor</i>
EHV	<i>Extremely High Voltage</i>
EMC	<i>Electro-Magnetic Compatibility</i>
FBD	<i>Function Block Diagram</i> (IEC 61131)
FO	<i>Fermeture-Ouverture</i> auto-reclose cycle
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GOOSE	<i>Generic Object Oriented Substation Event</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
HTTP	<i>HiperText Transfer Protocol</i>
I/O	<i>Input/ Output</i>
ICD	<i>IED Capability Description</i> (IEC 61850)
IEC	<i>International Electrotechnical Committee</i>
IEC 60870-5-101	Norma de acompanhamento para operações básicas de telecontrolo
IEC 60870-5-103	Norma de acompanhamento para as comunicações com os equipamentos de protecção
IEC 60870-5-104	Acesso de rede para IEC 60870-5-101 usando perfis de transporte normalizados
IEC 61131-3	Norma IEC para controladores programáveis
IEC 61850	Norma IEC para Redes de comunicação para automação de sistemas de energia
IED	Dispositivo Eletrónico Inteligente (<i>Intelligent Electronic Device</i>)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers

Inch (")	Uma polegada é uma unidade de medida do sistema britânico e não está incluída pelo sistema de unidades internacional (SI). É por vezes usada neste documento dado que é utilizada por técnicos. Uma polegada equivale a 2,54 cm ou 25,4 mm
IP	<i>Internet Protocol</i>
IRIG-B	<i>Inter-Range Instrumentation Group code format B</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LCD	<i>Liquid Cristal Display</i>
LD	<i>Logical Device (IEC 61850)</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LN	<i>Logical Node (from IEC 61850)</i>
MAC	<i>Media Access Control address</i>
MCB	<i>Miniature Circuit Breaker</i>
MT	Média Tensão
OFO	<i>Ouverture-Fermeture-Ouverture auto-reclose cycle</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
RMS	<i>Root Mean Square</i>
RS-232	Ligação série de acordo com a norma RS-232
RS-485	Ligação série de acordo com a norma RS-485
RTC	<i>Real-Time Clock</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SCL	Substation Configuration description Language (from IEC 61850)
SI	<i>Système International d'Unités</i>
SNTP	<i>Simple Network Time Protocol</i>
ST	<i>Structured Text (IEC 61131)</i>
STP	<i>Shielded Twisted Pair</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TI	Transformador de Intensidade
TPU	<i>Terminal Protection Unit</i>
TT	Transformador de Tensão
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver/Transmitter</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>
VT	<i>Voltage Transformer</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1-1
1.1	APLICAÇÃO	1-3
1.2	ARQUITETURA	1-4
1.3	CARACTERÍSTICAS GERAIS	1-6
1.4	FUNÇÕES DE APLICAÇÃO	1-8
1.4.1	Funções de Proteção	1-8
1.4.2	Funções de Controlo e Supervisão	1-13
1.4.3	Funções de Monitorização e Registo	1-17
2	INSTALAÇÃO	2-1
2.1	APRESENTAÇÃO E DIMENSÕES	2-3
2.1.1	Caixa	2-3
2.1.2	Dimensões	2-5
2.2	DESCRIÇÃO DE HARDWARE	2-6
2.2.1	Descrição Geral	2-6
2.2.2	Descrição do Módulo	2-6
2.2.3	Configuração da Tensão de Alimentação e I/O	2-8
2.3	MONTAGEM	2-12
2.4	LIGAÇÕES	2-13
2.4.1	Descrição dos Conectores	2-14
2.4.2	Diagramas de Ligação	2-16
2.4.1	Ligação da alimentação	2-23
2.4.2	Ligações de Corrente e Tensão	2-23
2.4.3	Ligações de Entradas e Saídas Digitais	2-28
2.4.4	Ligações de entradas analógicas c.c.	2-32
2.4.5	Ligações da Rede de Local	2-33
2.4.6	Interface de Serviço Frontal	2-33
2.4.7	Portas Série	2-33
3	INTERFACE HOMEM-MÁQUINA	3-1
3.1	HMI LOCAL	3-3
3.1.1	Descrição do painel frontal	3-3
3.1.2	Sequência de Inicialização	3-4
3.1.3	Teclado	3-5
3.1.4	Menu	3-6
3.1.5	Mímico	3-10
3.1.6	Screensaver e Hibernação	3-11
3.2	HMI WEB	3-12
3.2.1	Acesso	3-12
3.2.2	Layout	3-13
3.2.3	Conteúdo	3-13
3.2.4	Menu Shutdown	3-14
4	CONFIGURAÇÃO DO DISPOSITIVO	4-1
4.1	TIPOS DE DADOS	4-3
4.1.1	Entidade de estado	4-3
4.1.2	Entidades de Medida	4-6
4.1.3	Entidades de Controlo	4-10
4.1.4	Entidades de Parâmetros	4-17
4.1.5	Entidades das Gamas de Parametrização	4-18
4.1.6	Estrutura da Interface dos Módulos	4-19
4.2	DADOS GERAIS DO EQUIPAMENTO	4-20
4.2.1	Identificação e Diagnóstico do Dispositivo	4-20
4.2.2	Identificação e Diagnóstico dos Módulos de Hardware	4-22
4.2.3	Watchdog	4-24

4.3 SINCRONIZAÇÃO HORÁRIA	4-25
4.3.1 Modelo Temporal.....	4-25
4.3.2 Relógio de Tempo Real	4-26
4.3.3 Sincronização.....	4-27
4.4 INTERFACE AO PROCESSO	4-32
4.4.1 Configuração Física	4-32
4.4.2 Módulos de I/O	4-36
4.4.3 Canais	4-40
4.5 AUTOMAÇÃO PROGRAMÁVEL PELO UTILIZADOR	4-43
4.5.1 Gestão de Tarefas e Execução de Programa.....	4-43
4.5.2 Implementação do Programa.....	4-45
4.5.3 Biblioteca do Sistema de Automação	4-45
4.5.4 Boas Práticas de Programação.....	4-47
4.5.5 Limites do Motor de Lógica	4-47
4.6 HMI LOCAL	4-49
4.6.1 Ecrã	4-49
4.6.2 Alarmes	4-49
4.6.3 Teclas funcionais	4-50
4.7 REGISTO DE EVENTOS	4-52
4.8 RELATÓRIO DE DEFEITOS	4-57
4.8.1 Método de Operação.....	4-57
4.8.2 Interface	4-58
4.8.3 Parâmetros	4-61
5 FUNÇÕES DE APLICAÇÃO	5-1
5.1 DADOS FUNCIONAIS GERAIS.....	5-3
5.1.1 Funções aplicacionais	5-3
5.1.2 Dispositivos lógicos	5-4
5.1.3 Gestão do Modo de Operação	5-5
5.1.4 Gestão da Hierarquia de Controlo.....	5-6
5.1.5 Gestão de Gamas de Parametrização.....	5-7
5.2 DIFERENCIAL RESTRITA DE TERRA	5-8
5.2.1 Introdução	5-8
5.2.2 Método de Operação.....	5-8
5.2.3 Interface	5-13
5.2.4 Parametrização	5-13
5.3 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE FASE	5-15
5.3.1 Introdução	5-15
5.3.2 Método de Operação.....	5-15
5.3.3 Interface	5-19
5.3.4 Parametrização	5-21
5.4 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE TERRA.....	5-24
5.4.1 Introdução	5-24
5.4.2 Método de Operação.....	5-24
5.4.3 Interface	5-30
5.4.4 Parametrização	5-31
5.5 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE SEQUÊNCIA INVERSA.....	5-34
5.5.1 Introdução	5-34
5.5.2 Método de Operação.....	5-34
5.5.3 Interface	5-37
5.5.4 Parametrização	5-38
5.6 ARRANQUE DE CARGA FRIA	5-41
5.6.1 Introdução	5-41
5.6.2 Método de Operação.....	5-41
5.6.3 Interface	5-44
5.6.4 Parametrização	5-45
5.7 SOBRECARGA COM IMAGEM TÉRMICA	5-46
5.7.1 Introdução	5-46
5.7.2 Método de Operação.....	5-46
5.7.3 Interface	5-48

5.7.4 Parametrização	5-49
5.8 FECHO-SOBRE-DEFEITO.....	5-50
5.8.1 Introdução	5-50
5.8.2 Método de Operação	5-50
5.8.3 Interface	5-51
5.8.4 Parametrização	5-52
5.9 DESEQUILÍBRIO DE CONDENSADORES	5-54
5.9.1 Introdução	5-54
5.9.2 Método de Operação	5-54
5.9.3 Interface	5-56
5.9.4 Parametrização	5-56
5.10 DETECÇÃO DE CONDUTOR PARTIDO	5-58
5.10.1 Introdução	5-58
5.10.2 Método de Operação	5-58
5.10.3 Interface.....	5-59
5.10.4 Parametrização.....	5-60
5.11 MÍNIMO DE CORRENTE / PERDA DE CARGA	5-61
5.11.1 Introdução	5-61
5.11.2 Método de Operação	5-61
5.11.3 Interface.....	5-62
5.11.4 Parametrização.....	5-63
5.12 MÁXIMO DE CORRENTE DE TERRA DIRECIONAL PARA SISTEMAS NÃO-ATERRADOS	5-65
5.12.1 Introdução	5-65
5.12.2 Método de Operação	5-65
5.12.3 Interface.....	5-69
5.12.4 Parametrização.....	5-70
5.13 DIRECIONAL DE POTÊNCIA	5-71
5.13.1 Introdução	5-71
5.13.2 Método de Operação	5-71
5.13.3 Interface.....	5-74
5.13.4 Parametrização.....	5-75
5.14 MÍNIMO DE TENSÃO DE FASES	5-77
5.14.1 Introdução	5-77
5.14.2 Método de Operação	5-77
5.14.3 Interface.....	5-79
5.14.4 Parametrização.....	5-80
5.15 MÁXIMO DE TENSÃO DE FASES.....	5-81
5.15.1 Introdução	5-81
5.15.2 Método de Operação	5-81
5.15.3 Interface.....	5-83
5.15.4 Parametrização.....	5-84
5.16 MÁXIMO DE TENSÃO RESIDUAL.....	5-85
5.16.1 Introdução	5-85
5.16.2 Método de Operação	5-85
5.16.3 Interface.....	5-86
5.16.4 Parametrização.....	5-87
5.17 MÁXIMO DE TENSÃO DE SEQUÊNCIA INVERSA.....	5-89
5.17.1 Introdução	5-89
5.17.2 Método de Operação	5-89
5.17.3 Interface.....	5-90
5.17.4 Parametrização.....	5-91
5.18 MÍNIMO DE FREQUÊNCIA.....	5-92
5.18.1 Introdução	5-92
5.18.2 Método de Operação	5-92
5.18.3 Interface.....	5-93
5.18.4 Parametrização.....	5-94
5.19 MÁXIMO DE FREQUÊNCIA.....	5-96
5.19.1 Introdução	5-96
5.19.2 Método de Operação	5-96
5.19.3 Interface.....	5-97

5.19.4 Parametrização	5-98
5.20 TAXA DE VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA	5-100
5.20.1 Introdução	5-100
5.20.2 Método de Operação	5-100
5.20.3 Interface	5-101
5.20.4 Parametrização	5-102
5.21 LÓGICA DE DISPARO TRIFÁSICO	5-105
5.21.1 Introdução	5-105
5.21.2 Método de Operação	5-105
5.21.3 Interface	5-106
5.21.4 Parametrização	5-106
5.22 SUPERVISÃO DO CIRCUITO DE DISPARO	5-107
5.22.1 Introdução	5-107
5.22.2 Método de Operação	5-107
5.22.3 Interface	5-109
5.22.4 Parametrização	5-110
5.23 FALHA DE DISJUNTOR	5-111
5.23.1 Introdução	5-111
5.23.2 Método de Operação	5-111
5.23.3 Interface	5-113
5.23.4 Parametrização	5-114
5.24 RELIGAÇÃO AUTOMÁTICA	5-115
5.24.1 Introdução	5-115
5.24.2 Método de Operação	5-115
5.24.3 Interface	5-120
5.24.4 Parametrização	5-122
5.25 VERIFICAÇÃO DE SINCRONISMO E DE PRESENÇA DE TENSÃO	5-127
5.25.1 Introdução	5-127
5.25.2 Método de Operação	5-127
5.25.3 Interface	5-131
5.25.4 Parametrização	5-132
5.26 BLOQUEIO DE FECHO DO DISJUNTOR	5-135
5.26.1 Introdução	5-135
5.26.2 Método de Operação	5-135
5.26.3 Interface	5-136
5.26.4 Parametrização	5-137
5.27 SUPERVISÃO DOS TRANSFORMADORES DE TENSÃO	5-138
5.27.1 Introdução	5-138
5.27.2 Método de Operação	5-138
5.27.3 Interface	5-140
5.27.4 Parametrização	5-141
5.28 SUPERVISÃO DOS TRANSFORMADORES DE CORRENTE	5-142
5.28.1 Introdução	5-142
5.28.2 Método de Operação	5-142
5.28.3 Interface	5-144
5.28.4 Parametrização	5-144
5.29 CONTROLO DE DISJUNTOR	5-146
5.29.1 Introdução	5-146
5.29.2 Método de Operação	5-146
5.29.3 Interface	5-147
5.29.4 Parametrização	5-149
5.30 SUPERVISÃO DE DISJUNTOR	5-150
5.30.1 Introdução	5-150
5.30.2 Método de Operação	5-150
5.30.3 Interface	5-153
5.30.4 Parametrização	5-155
5.31 CONTROLO DO SECCIONADOR	5-157
5.31.1 Introdução	5-157
5.31.2 Método de Operação	5-157
5.31.3 Interface	5-158

5.31.4 Parametrização.....	5-159
5.32 SUPERVISÃO DE SECCIONADOR	5-160
5.32.1 Introdução	5-160
5.32.2 Método de Operação	5-160
5.32.3 Interface.....	5-162
5.32.4 Parametrização.....	5-163
5.33 REGULAGEM AUTOMÁTICA DE TENSÃO	5-165
5.33.1 Introdução.....	5-165
5.33.2 Método de Operação	5-165
5.33.3 Interface.....	5-181
5.33.4 Parametrização.....	5-186
5.34 CONTROLO E SUPERVISÃO DE COMUTADOR DE TOMADAS	5-192
5.34.1 Introdução	5-192
5.34.2 Método de Operação	5-192
5.34.3 Interface.....	5-197
5.34.4 Parametrização.....	5-199
5.35 CONTROLO HORÁRIO	5-201
5.35.1 Introdução	5-201
5.35.2 Método de Operação	5-201
5.35.3 Interface.....	5-201
5.35.4 Parametrização.....	5-202
5.36 MEDIDAS TRIFÁSICAS.....	5-204
5.36.1 Introdução	5-204
5.36.2 Método de Operação	5-204
5.36.3 Interface.....	5-208
5.36.4 Parametrização.....	5-209
5.37 MEDIDAS MONOFÁSICAS.....	5-210
5.37.1 Introdução	5-210
5.37.2 Método de Operação	5-210
5.37.3 Interface.....	5-212
5.37.4 Parametrização.....	5-213
5.38 CONTAGEM DE ENERGIA TRIFÁSICA.....	5-214
5.38.1 Introdução	5-214
5.38.2 Método de Operação	5-214
5.38.3 Interface.....	5-216
5.38.4 Parametrização.....	5-216
5.39 LOCALIZADOR DE DEFETOS	5-218
5.39.1 Introdução	5-218
5.39.2 Método de Operação	5-218
5.39.3 Interface.....	5-220
5.39.4 Parametrização.....	5-221
5.40 OSCILOGRAFIA	5-222
5.40.1 Introdução	5-222
5.40.2 Método de Operação	5-222
5.40.3 Interface.....	5-224
5.40.4 Parametrização.....	5-225
6 COMUNICAÇÕES.....	6-1
6.1 INTERFACES DE COMUNICAÇÃO	6-3
6.1.1 Portas Série.....	6-3
6.1.2 Interface de Acesso Local.....	6-4
6.1.3 Porta IRIG-B	6-5
6.1.4 Portas Ethernet	6-5
6.1.5 Redes Ethernet.....	6-5
7 OPERAÇÃO	7-1
7.1 GESTÃO DE UTILIZADORES.....	7-3
7.1.1 HMI.....	7-3
7.1.2 Servidor Web.....	7-5
7.2 CONFIGURAÇÃO DO IDIOMA.....	7-6

7.2.1 HMI	7-6
7.2.2 Servidor Web.....	7-6
7.3 INFORMAÇÃO SOBRE O DISPOSITIVO.....	7-7
7.3.1 HMI	7-7
7.3.2 Servidor Web.....	7-7
7.4 CONFIGURAÇÃO DA REDE	7-10
7.4.1 HMI	7-10
7.5 CONFIGURAÇÃO DE DATA E HORA	7-13
7.5.1 HMI	7-13
7.5.2 Servidor Web.....	7-13
7.6 DIAGNÓSTICO E INFORMAÇÃO DE I/O	7-14
7.6.1 HMI	7-14
7.6.2 Servidor Web.....	7-17
7.7 FUNÇÕES INTEGRADAS - VISUALIZAÇÃO	7-19
7.7.1 HMI	7-20
7.7.2 Servidor Web.....	7-20
7.8 FUNÇÕES INTEGRADAS - CONTROLOS.....	7-22
7.8.1 HMI	7-22
7.9 PARÂMETROS OPERACIONAIS.....	7-23
7.9.1 HMI	7-23
7.9.2 Servidor Web.....	7-24
7.9.3 Automation Studio	7-25
7.10 GAMA DE PARAMETRIZAÇÃO ATIVA.....	7-26
7.10.1 HMI	7-26
7.10.2 Servidor Web	7-26
7.10.3 Automation Studio.....	7-27
7.11 MODO DISPOSITIVO LÓGICO.....	7-28
7.11.1 HMI	7-28
7.11.2 Servidor Web	7-28
7.12 RESTAURAR CONFIGURAÇÃO DE FÁBRICA	7-30
7.12.1 HMI	7-30
7.12.2 Servidor Web	7-30
7.13 RESTAURAR OS PARÂMETROS OPERACIONAIS DE FÁBRICA	7-32
7.13.1 HMI	7-32
7.14 REGISTO DE EVENTOS.....	7-33
7.14.1 HMI	7-33
7.14.2 Servidor Web.....	7-34
7.14.3 Automation Studio	7-35
7.15 RELATÓRIO DE DEFEITOS	7-36
7.15.1 HMI	7-36
7.15.2 Servidor Web	7-37
7.15.3 Automation Studio	7-38
7.16 REGISTO DE OSCILOGRAFIA	7-40
7.16.1 HMI	7-40
7.16.2 Automation Studio.....	7-40
7.17 APAGAR REGISTOS	7-41
7.17.1 HMI	7-41
7.18 LIMPAR PERSISTÊNCIA	7-42
7.18.1 HMI	7-42
7.19 REINICIAR DISPOSITIVO	7-43
7.19.1 HMI	7-43
7.19.2 Servidor Web	7-43
7.20 REINICIAR HMI LOCAL.....	7-45
7.21 DIAGNÓSTICO E TESTES.....	7-46
7.21.1 HMI	7-46
7.21.2 Servidor Web	7-47
8 ANEXOS	8-1
8.1 CARACTERÍSTICA DE TEMPO DEFINIDO E INVERSO	8-3
8.1.1 Curvas Normalizadas de Proteção de Corrente.....	8-3

8.1.2 Curvas de Proteção de Corrente de Religadores.....	8-10
8.1.3 Curvas Normalizadas de Proteção de Tensão	8-11
8.1.4 Rearme Tempo Definitivo	8-12
8.1.5 Curvas Definidas pelo Utilizador	8-13

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. TPU S430.....	1-3
Figura 1.2. Arquitetura da TPU S430.	1-4
Figura 2.1. Vista frontal da TPU S430.	2-3
Figura 2.2. Vista traseira da TPU S430.....	2-4
Figura 2.3. Dimensões externas (em mm) da TPU S430.	2-5
Figura 2.4. Procedimento de montagem da TPU S430.	2-12
Figura 2.5. Conectores da parte traseira da TPU S430 (caixa com carta de 12 entradas analógicas c.a.).	2-13
Figura 2.6. Conectores da parte traseira da TPU S430 (caixa com carta de 8 entradas analógicas c.a.).	2-14
Figura 2.7. Diagrama de ligações base.	2-16
Figura 2.8. Diagrama de ligações do módulo de expansão da MAP8020.	2-17
Figura 2.9. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8021.....	2-18
Figura 2.10. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8030.....	2-19
Figura 2.11. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8031.....	2-20
Figura 2.12. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8051.....	2-21
Figura 2.13. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8081.....	2-21
Figura 2.14. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8082.....	2-22
Figura 2.15. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8180.....	2-22
Figura 2.16. Ligações da alimentação da TPU S430.....	2-23
Figura 2.17. Primeiro exemplo de ligação das entradas de corrente.....	2-24
Figura 2.18. Segundo exemplo de ligações de entradas de corrente.....	2-25
Figura 2.19. Terceiro exemplo de ligações de entradas de corrente.	2-26
Figura 2.20. Primeiro exemplo de ligações de entradas de tensão.....	2-26
Figura 2.21. Segundo exemplo de ligações das entradas de tensão.....	2-27
Figura 2.22. Terceiro exemplo de ligações de entradas de tensão.	2-27
Figura 3.1. Painel frontal e Interface Homem-Máquina local.	3-3
Figura 3.2. Interface do menu: aspeto do Menu Principal.	3-7
Figura 3.3. Menu Principal.	3-9
Figura 3.4. Janela de Login.	3-12
Figura 3.5. Primeiro contacto.	3-13
Figura 3.6. Menu Shutdown.....	3-15
Figura 4.1. Cálculo do valor de banda morta.....	4-9
Figura 4.2. Cálculo da gama.	4-10
Figura 4.3. Filtro de Debounce.	4-33
Figura 4.4. Filtro de Chatter.	4-33
Figura 4.5. Impulso de saída (tempo de impulso).....	4-34
Figura 4.6. Impulso de saída (tempo de atraso e de rearme).	4-34
Figura 4.7. Filtragem de estados intermédios.....	4-37
Figura 4.8. Impulso de saída no caso de uma condição lógica OR de várias entidades.....	4-38

Figura 4.9. Exemplo de comandos de fecho e abertura do disjuntor com uma saída em comum.....	4-39
Figura 4.10. Configurações possíveis do canal.	4-40
Figura 4.11. Exemplo de preempção entre tarefas.....	4-43
Figura 4.12. Exemplo de execução de eventos <i>buffered</i>	4-44
Figura 5.1. Exemplo de ligações entre as funções aplicacionais, funções do utilizador, módulos de I/O e objetos de HMI. .	5-3
Figura 5.2. Multiplicidade e negação de entradas.	5-3
Figura 5.3. Zona de protecção de cinco transformadores de corrente numa Restrita de Terra aplicada a um Autotransformador.	5-8
Figura 5.4. Característica restritiva de Diferencial Restrita de Terra.....	5-11
Figura 5.5. Característica Diferencial restrita de terra.	5-12
Figura 5.6. Característica direcional polarizada de sequência de Máximo de Corrente de Fase.....	5-17
Figura 5.7. Característica direcional de polarização cruzada de Máximo de Corrente de Fase.....	5-18
Figura 5.8. Estabilização da corrente por corrente de fase.....	5-25
Figura 5.9. Parametrização da curva logarítmica.....	5-27
Figura 5.10. Característica direcional de terra com polarização por tensão.	5-28
Figura 5.11. Característica direcional de terra com polarização por corrente.	5-28
Figura 5.12. Característica direcional de sequência inversa com polarização por tensão.....	5-36
Figura 5.13. Exemplo de uma situação de Arranque de Carga Fria na qual a perda de alimentação dura mais que o tempo configurado de arranque.	5-42
Figura 5.14. Exemplo de uma situação de Arranque de Carga Fria na qual a alimentação volta antes que o tempo de arranque termine.....	5-42
Figura 5.15. Exemplo de uma situação na qual o valor multiplicador é inicializado pelo utilizador durante a deteção de perda de alimentação.....	5-43
Figura 5.16. Exemplo de uma situação na qual o valor de multiplicador é inicializado pelo utilizador e não existe perda de alimentação.	5-43
Figura 5.17. Desequilíbrio de corrente numa configuração com dupla estrela não ligada à terra.	5-54
Figura 5.18. Característica operacional de Deteção de Condutor Partido.	5-59
Figura 5.19. Operação a partir da amplitude de corrente	5-67
Figura 5.20. Operação a partir do princípio wattmétrico.	5-68
Figura 5.21. Característica de escalão de máximo de potência direcional.....	5-72
Figura 5.22. Característica direcional do escalão de mínimo de potência.....	5-73
Figura 5.23. Esquema de Lógica de Disparo Trifásica.....	5-105
Figura 5.24. Supervisão do Circuito de Disparo (1º esquema de ligação).	5-108
Figura 5.25. Supervisão do Circuito de Disparo (2º esquema de ligação).	5-108
Figura 5.26. Supervisão do Circuito de Disparo (3º esquema de ligação).	5-109
Figura 5.27. Operação do disjuntor com um escalão ativo.	5-111
Figura 5.28. Operação do disjuntor com dois escalões ativos.	5-112
Figura 5.29. Configuração do canal de Religação Automática.....	5-115
Figura 5.30. Máquina de estados da religação automática.....	5-116
Figura 5.31. Exemplo de sequência de religação bem-sucedida após dois ciclos.	5-118
Figura 5.32. Modo assíncrono.....	5-130
Figura 5.33. Esquema lógico de bloqueio.	5-135
Figura 5.34. Característica operacional de deteção de falha de TI.	5-142

Figura 5.35. Filtro intermédio	5-150
Figura 5.36. Comando do disjuntor com impulso adaptativo.	5-151
Figura 5.37. Monitorização de operação do disjuntor.....	5-152
Figura 5.38. Filtro intermédio.....	5-160
Figura 5.39. Comando de seccionador com impulso adaptativo.....	5-161
Figura 5.40. Monitorização de operação de seccionador.....	5-162
Figura 5.41. Transformador Tr1.....	5-166
Figura 5.42. Regulação Automática de Tensão.....	5-167
Figura 5.43. Característica de Tempo Inverso com parâmetro TMin = 8.....	5-168
Figura 5.44. Transformadores a funcionar em paralelo.....	5-172
Figura 5.45. Ligações necessárias para operação paralela.....	5-174
Figura 5.46. Operação do comutador de tomadas quando a indicação da tomada em movimento está disponível.....	5-194
Figura 5.47. Operação do comutador de tomadas quando a indicação da tomada em movimento não está disponível.....	5-194
Figura 5.48. Tomada dupla com indicação que a tomada está em movimento.....	5-195
Figura 5.49. Tomada dupla sem indicação que a tomada está em movimento.....	5-195
Figura 5.50. Indicação de operação do comutador de tomadas recebido após terminar a Temporização de Pulso.....	5-196
Figura 5.51. Operação não termina antes da temporização, sem indicação de operação do comutador de tomadas no caso (a) e com indicação de operação do comutador de tomadas no caso (b).....	5-196
Figura 5.52. Inversão da direção para a função de medição de potência.....	5-205
Figura 5.53. Convenções de sinal de fator de potência.....	5-207
Figura 5.54. Sinais do fator de potência.....	5-212
Figura 5.55. Valores de energia totais, frente e trás.....	5-215
Figura 5.56. Inversão de direção para função de contagem.....	5-215
Figura 5.57. Tempos de registo.....	5-223
Figura 5.58. Tempos de registo com condição de repetição de disparo.....	5-223
Figura 5.59. Capacidade de memória do Registo de Oscilografia.....	5-224
Figura 7.1. Menu Segurança.....	7-3
Figura 7.2. Acesso ID 1.....	7-4
Figura 7.3. Acesso ID 2.....	7-5
Figura 7.4. Menu nova Palavra-passe.....	7-5
Figura 7.5. Opção Quit.....	7-5
Figura 7.6. Menu Display.....	7-6
Figura 7.7. Menu configuração de idioma.....	7-6
Figura 7.8. Menu Sobre.....	7-7
Figura 7.9. Menu Sobre.....	7-8
Figura 7.10. Exemplo de arranque bem-sucedido do registo de sistema do dispositivo.....	7-8
Figura 7.11. Exemplo de arranque bem-sucedido do dispositivo da aplicação.....	7-9
Figura 7.12. Menu Comunicações.....	7-10
Figura 7.13. Menu Acesso Local.....	7-10
Figura 7.14. Menu independente.....	7-11

Figura 7.15. Menu RSTP.....	7-11
Figura 7.16. Menu IPs e Routes.....	7-11
Figura 7.17. Menu Data e Hora.....	7-13
Figura 7.18. Servidor Web da Data e Hora.....	7-13
Figura 7.19. Menu IO.....	7-14
Figura 7.20. Menu I/O Digitais.....	7-14
Figura 7.21. Modo de teste I/O digitais.....	7-15
Figura 7.22. Mudar o estado das saídas da carta de BASE-I/O.....	7-15
Figura 7.23. Menu I/O Analógicas.....	7-16
Figura 7.24. Calibração OK.....	7-16
Figura 7.25. Calibração NOK.....	7-16
Figura 7.26. Sub-menu Calibração.....	7-16
Figura 7.27. Menu IO.....	7-17
Figura 7.28. I/O Digitais.....	7-17
Figura 7.29. I/O Analógicas.....	7-18
Figura 7.30. Menu Principal.....	7-20
Figura 7.31. Selecionar a categoria das funções integradas.....	7-20
Figura 7.32. Menu Controlo.....	7-21
Figura 7.33. Menu Seleccionar Controlo.....	7-22
Figura 7.34. Menu Confirmação.....	7-22
Figura 7.35. Controlo executado.....	7-22
Figura 7.36. Controlo bloqueado.....	7-22
Figura 7.37. Menu Parâmetros.....	7-23
Figura 7.38. Aceder aos parâmetros da função integrada.....	7-23
Figura 7.39. Aceder aos parâmetros da função.....	7-24
Figura 7.40. Menu Parâmetros.....	7-24
Figura 7.41. Tabela de parâmetros do Localizador de Defeitos.....	7-25
Figura 7.42. Solution Explorer do Automation Studio.....	7-25
Figura 7.43. Sequência para chegar até à Gama Ativa de um Dispositivo Lógico.....	7-26
Figura 7.44. Acesso à Gama de Parametrização Ativo do Dispositivo Lógico.....	7-26
Figura 7.45. Gama de parametrização do Dispositivo Lógico.....	7-27
Figura 7.46. Solution Explorer do Automation Studio.....	7-27
Figura 7.47. Sequência para alcançar o Modo de Dispositivo Lógico.....	7-28
Figura 7.48. Aceder ao Modo Dispositivo Lógico.....	7-28
Figura 7.49. Modo Dispositivo Lógico.....	7-29
Figura 7.50. Menu Opções Avançadas.....	7-30
Figura 7.51. Restaurar a configuração de fábrica.....	7-31
Figura 7.52. Menu Opções Avançadas.....	7-32
Figura 7.53. Menu Registo de Eventos.....	7-33
Figura 7.54. Evento.....	7-34
Figura 7.55. Registo de Eventos do Servidor Web.....	7-34

Figura 7.56. Tabela de Registo de Eventos.....	7-35
Figura 7.57. Automation Studio's Solution Explorer.....	7-35
Figura 7.58. Menu Relatório de Defeitos.....	7-36
Figura 7.59. Menu Relatório.....	7-36
Figura 7.60. Acesso ao menu Relatório de Defeitos.....	7-37
Figura 7.61. Menu Relatório de Defeitos.....	7-37
Figura 7.62. Relatório de Defeitos - Sumário.....	7-37
Figura 7.63. Relatório de Defeitos - Timeline.....	7-38
Figura 7.64. Relatório de Defeitos – Medidas pré-defeito.....	7-38
Figura 7.65. Relatório de Defeitos – Medidas de defeito.....	7-38
Figura 7.66. Solution Explorer do Automation Studio.....	7-39
Figura 7.67. Solution Explorer do Automation Studio.....	7-40
Figura 7.68. Menu Opções Avançadas.....	7-41
Figura 7.69. Menu de Opções Avançadas.....	7-42
Figura 7.70. Menu Reiniciar Unidade.....	7-43
Figura 7.71. Reiniciar unidade.....	7-44
Figura 7.72 Menu diagnóstico.....	7-46
Figura 7.73. Menu HMI.....	7-46
Figura 7.74 Menu Diagnóstico.....	7-47
Figura 7.75 Menu Filtro RTDB.....	7-47
Figura 7.76. Resultado de pesquisa.....	7-48
Figura 8.1. Curvas de rearme e de disparo para característica Extremamente Inversa ANSI.....	8-4
Figura 8.2. Curvas de rearme e de disparo para característica Muito Inversa ANSI.....	8-4
Figura 8.3. Curvas de rearme e de disparo para característica Normalmente Inversa ANSI.....	8-5
Figura 8.4. Curvas de rearme e de disparo para característica Moderadamente Inversa ANSI.....	8-5
Figura 8.5. Curvas de rearme e de disparo para característica Extremamente Inversa de Tempo Longo ANSI.....	8-6
Figura 8.6. Curvas de rearme e de disparo para característica Muito Inversa de Tempo Longo ANSI.....	8-6
Figura 8.7. Curvas de rearme e de disparo para característica Inversa de Tempo Longo ANSI.....	8-7
Figura 8.8. Curvas de rearme e de disparo para característica Normalmente Inversa IEC.....	8-7
Figura 8.9. Curvas de rearme e de disparo para característica Muito Inversa IEC.....	8-8
Figura 8.10. Curvas de rearme e de disparo para característica Extremamente Inversa IEC.....	8-8
Figura 8.11. Curvas de rearme e de disparo para característica Inversa de Tempo Curto IEC.....	8-9
Figura 8.12. Curvas de rearme e de disparo para característica Inversa de Tempo Longo IEC.....	8-9
Figura 8.13. Curvas de disparo para característica logarítmicas (diferentes TMAX com TM=1.35 e diferentes TM com TMAX=5.8).....	8-10
Figura 8.14. Curvas de disparo para funções de mínimo de tensão e máximo de tensão.....	8-12
Figura 8.15. Rearme de Tempo Definido.....	8-12

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Descrição de conectores.	2-4
Tabela 2.2. Tipos de módulos de expansão de digital.....	2-7
Tabela 2.3. Opções de cartas de expansão analógicas.	2-8
Tabela 2.4. Opções da carta de expansão de entradas analógicas.	2-8
Tabela 2.5. Gamas das tensões de trabalho para a fonte de alimentação.	2-9
Tabela 2.6. Tensões nominais e gamas de operação das entradas digitais (Base e Expansão).....	2-9
Tabela 2.7. Escalas de entradas analógicas c.c.	2-10
Tabela 2.8. Valores nominais e gamas de operação de entradas de corrente c.a.	2-10
Tabela 2.9. Valores nominais e gamas de operação das entradas de tensão c.a.....	2-11
Tabela 2.10. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8082.	2-28
Tabela 2.11. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8180.	2-28
Tabela 2.12. Atribuição de pinos para entradas e saídas digitais.....	2-29
Tabela 2.13. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8020.	2-29
Tabela 2.14. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8021.	2-30
Tabela 2.15. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8030.	2-30
Tabela 2.16. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8031.	2-31
Tabela 2.17. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8051.	2-32
Tabela 2.18. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8081.	2-32
Tabela 2.19. LEDs da Interface Ethernet.	2-33
Tabela 2.20. Atribuição de pinos para portas série RS-232/RS-485.	2-34
Tabela 4.1. Tipos de dados.....	4-3
Tabela 4.2. Campos de entidades Digital.	4-4
Tabela 4.3. Campos de entidades DoubleDigital.	4-4
Tabela 4.4. Campos de entidades IntegerValue.	4-4
Tabela 4.5. Opções para valor de DoubleDigital.	4-5
Tabela 4.6. Opções do campo QUALITY.	4-5
Tabela 4.7. Qualificadores detalhados do campo QUALITY.....	4-5
Tabela 4.8. Opções do campo ORIGIN.	4-6
Tabela 4.9. Campos da entidade AnalogueValue.....	4-6
Tabela 4.10. Campos da entidade ComplexAnalogueValue.....	4-7
Tabela 4.11. Campos da entidade Counter.	4-8
Tabela 4.12. Opções para o campo RANGE.	4-9
Tabela 4.13. Campos da entidade Control.	4-10
Tabela 4.14. Campos da entidade DoubleControl.	4-11
Tabela 4.15. Campos da entidade IntegerControl.....	4-12
Tabela 4.16. Campos da entidade StepPositionControl.	4-13
Tabela 4.17. Campos da entidade IntegerStepPositionControl.....	4-13
Tabela 4.18. Campos da entidade AnalogueControl.	4-14

Tabela 4.19. Opções para o campo CAUSE.	4-15
Tabela 4.20. Opções para controlo do campo MODEL.	4-16
Tabela 4.21. Campos da entidade OptionListSetting.	4-17
Tabela 4.22. Campos da entidade IntegerSetting.	4-17
Tabela 4.23. Campos da entidade AnalogueSetting.	4-18
Tabela 4.24. Campos da entidade Setting Groups.	4-19
Tabela 4.25. Informação geral do equipamento.	4-20
Tabela 4.26. Tipo de configuração.	4-21
Tabela 4.27. Parâmetros de configuração geral do dispositivo.	4-21
Tabela 4.28. Estado da condição.	4-21
Tabela 4.29. Informação da carta de CPU.	4-22
Tabela 4.30. Informação da carta de HMI.	4-23
Tabela 4.31. Informação da carta de I/O.	4-23
Tabela 4.32. Informação do módulo de <i>Watchdog</i>	4-24
Tabela 4.33. Parâmetros de configuração da hora local.	4-25
Tabela 4.34. Parâmetros de configuração da próxima mudança para hora de verão.	4-25
Tabela 4.35. Parâmetros de configuração da próxima mudança para hora de inverno.	4-26
Tabela 4.36. Informação do módulo de sincronização.	4-27
Tabela 4.37. Parâmetros de configuração SNTP.	4-27
Tabela 4.38. Parâmetros de configuração do servidor SNTP.	4-28
Tabela 4.39. Informação do servidor SNTP.	4-29
Tabela 4.40. Informação do módulo SNTP.	4-29
Tabela 4.41. Parâmetros de configuração do IRIG-B.	4-29
Tabela 4.42. Informação do modulo IRIG-B.	4-30
Tabela 4.43. Informação do módulo de I/O.	4-32
Tabela 4.44. Parâmetros de configuração de entradas digitais.	4-32
Tabela 4.45. Parâmetros de configuração de saídas digitais.	4-33
Tabela 4.46. Parâmetros de configuração de entradas analógicas c.c.	4-34
Tabela 4.47. Parâmetros de configuração de entrada de corrente.	4-35
Tabela 4.48. Parâmetros de configuração de entrada de tensão.	4-35
Tabela 4.49. Parâmetros de configuração de I/O geral.	4-36
Tabela 4.50. Parâmetros de configuração de entidades de estados duplos.	4-37
Tabela 4.51. Parâmetros de configuração de entidades de estado inteiras.	4-37
Tabela 4.52. Parâmetros de configuração de entidades de contador de impulsos.	4-38
Tabela 4.53. Parâmetros de configuração das entidades analógicas c.c.	4-39
Tabela 4.54. Parâmetros de configuração de um canal base.	4-41
Tabela 4.55. Parâmetros de configuração dos canais derivados.	4-42
Tabela 4.56. Informação do módulo motor de lógica.	4-43
Tabela 4.57. Informação sobre a tarefa.	4-43
Tabela 4.58. Informação de programa.	4-44
Tabela 4.59. Informação de variável.	4-45

Tabela 4.60. Blocos funcionais do sistema.	4-45
Tabela 4.61. Limites do motor de lógica.	4-47
Tabela 4.62. Parâmetros de configuração do Ecrã.	4-49
Tabela 4.63. Entradas de alarme.	4-49
Tabela 4.64. Informação de alarme.	4-50
Tabela 4.65. Informação da tecla Clear.	4-50
Tabela 4.66. Parâmetros de configuração de alarme.	4-50
Tabela 4.67. Informação de Teclas funcionais.	4-51
Tabela 4.68. Parâmetros de configuração das teclas funcionais.	4-51
Tabela 4.69. Informação do módulo de Registo de Eventos.	4-52
Tabela 4.70. Parâmetros de configuração do Registo de Eventos.	4-52
Tabela 4.71. Razões para o registo e informação registada para cada tipo de dados.	4-53
Tabela 4.72. Informação adicional do Relatório.	4-58
Tabela 4.73. Relatório Summary.	4-59
Tabela 4.74. Medidas do Relatório.	4-59
Tabela 4.75. Informação do módulo de Relatório de Defeitos.	4-60
Tabela 4.76. Parâmetros de configuração do Relatório de Defeitos.	4-61
Tabela 5.1. Entradas do dispositivo lógico.	5-4
Tabela 5.2. Informação do dispositivo lógico.	5-4
Tabela 5.3. Parâmetros de configuração do dispositivo lógico.	5-4
Tabela 5.4. Hierarquia do modo de operação da função.	5-5
Tabela 5.5. Modo de operação e comportamento da função de aplicação.	5-5
Tabela 5.6. Validação da origem do controlo.	5-6
Tabela 5.7. Significado dos termos usados acima na expressão.	5-9
Tabela 5.8. Significado dos termos usados na expressão acima.	5-10
Tabela 5.9. Significado dos termos usados na expressão acima.	5-10
Tabela 5.10. Entradas da função Diferencial Restrita de Terra.	5-13
Tabela 5.11. Saídas da função Diferencial Restrita de Terra.	5-13
Tabela 5.12. Parâmetros da função Diferencial Restrita de Terra.	5-13
Tabela 5.13. Entradas de Função de Máximo de Corrente Direccional de Fase.	5-19
Tabela 5.14. Saídas de Função de Máximo de Corrente Direccional de Fase.	5-20
Tabela 5.15. Parâmetros da Função de Máximo de Corrente Direccional de Fase.	5-21
Tabela 5.16. Entradas de Função de Máximo de Corrente Direccional de Terra.	5-30
Tabela 5.17. Saídas de Função de Máximo de Corrente Direccional de Terra.	5-30
Tabela 5.18. Parâmetros da Função de Máximo de Corrente Direccional de Terra.	5-31
Tabela 5.19. Entradas de função de Máximo de Corrente Direccional de Sequência Inversa.	5-37
Tabela 5.20. Saídas de função de Máximo de Corrente Direccional de Sequência Inversa.	5-37
Tabela 5.21. Parâmetros da função de Máximo de Corrente de Sequência Inversa (Direccional).	5-38
Tabela 5.22. Entradas da função de Arranque de Carga Fria.	5-44
Tabela 5.23. Saídas da função de Arranque de Carga Fria.	5-44
Tabela 5.24. Parâmetros da função de Arranque de Carga Fria.	5-45

Tabela 5.25. Entradas de Função Sobrecarga com Imagem Térmica.....	5-48
Tabela 5.26. Saídas de Função Sobrecarga com Imagem Térmica.	5-48
Tabela 5.27. Parâmetros da função de Sobrecarga Térmica.	5-49
Tabela 5.28. Entradas da função de Fecho-sobre-Defeito.	5-52
Tabela 5.29. Saídas da função de Fecho-sobre-Defeito.....	5-52
Tabela 5.30. Parâmetros da função de Fecho-sobre-Defeito.	5-52
Tabela 5.31. Entradas da função de Desequilíbrio de Condensadores.	5-56
Tabela 5.32. Saídas da função de Desequilíbrio de Condensadores.	5-56
Tabela 5.33. Parâmetros da função Desequilíbrio de Condensadores.....	5-56
Tabela 5.34. Entradas da função de Detecção de Condutor Partido.....	5-59
Tabela 5.35. Saídas da função de Detecção de Condutor Partido.	5-59
Tabela 5.36. Parâmetros da função de Detecção de Condutor Partido.....	5-60
Tabela 5.37. Entradas da função de Mínimo de Corrente / Perda de Carga.	5-62
Tabela 5.38. Saídas da função de Mínimo de Corrente / Perda de Carga.....	5-62
Tabela 5.39. Parâmetros da Função de Mínimo de Corrente / Perda de Carga.	5-63
Tabela 5.40. Entradas da função de Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-aterrados.....	5-69
Tabela 5.41. Saídas da função de Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-aterrados.	5-69
Tabela 5.42. Parâmetros da função de Máximo de Corrente Direcional para Sistemas Não-aterrados.	5-70
Tabela 5.43. Cálculo de potência trifásica.....	5-71
Tabela 5.44. Entradas de Função Direcional de Potência.....	5-74
Tabela 5.45. Saídas da função Direcional de Potência.	5-74
Tabela 5.46. Parâmetros da Função Direcional de Potência.....	5-75
Tabela 5.47. Entradas da função de Mínimo de Tensão de Fase.	5-79
Tabela 5.48. Saídas da função de Mínimo de Tensão de Fase.....	5-79
Tabela 5.49. Parâmetros da função de Mínimo de Tensão de Fase.	5-80
Tabela 5.50. Entradas de função de Máximo de Tensão de Fases.....	5-83
Tabela 5.51. Saídas de função de Máximo de Tensão de Fases.	5-83
Tabela 5.52. Parâmetros da função de Máximo de tensão de fases.	5-84
Tabela 5.53. Entradas de função de Máximo de Tensão Residual.....	5-87
Tabela 5.54. Saídas de função de Máximo de Tensão Residual.	5-87
Tabela 5.55. Parâmetros de função de Máximo de Tensão Residual.....	5-87
Tabela 5.56. Entradas de função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa.	5-90
Tabela 5.57. Saídas de função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa.	5-91
Tabela 5.58. Parâmetros da função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa.	5-91
Tabela 5.59. Entradas de função de Mínimo de Frequência.	5-93
Tabela 5.60. Saídas de função de Mínimo de Frequência.....	5-93
Tabela 5.61. Parâmetros da função de Mínimo de Frequência.	5-94
Tabela 5.62. Entradas de função de Máximo de Frequência.....	5-97
Tabela 5.63. Saídas de função de Máximo de Frequência.	5-97
Tabela 5.64. Parâmetros da função de Máximo de Frequência.....	5-98
Tabela 5.65. Entradas de função da Taxa de Variação de Frequência.....	5-101

Tabela 5.66. Saídas de função da Taxa de Variação de Frequência.....	5-102
Tabela 5.67. Parâmetros da função de Taxa de Variação de Frequência.....	5-103
Tabela 5.68. Entradas da função Lógica de Disparo Trifásico.....	5-106
Tabela 5.69. Saídas de função da Lógica de Disparo Trifásica.....	5-106
Tabela 5.70. Entradas de função de Supervisão do Circuito de Disparo.....	5-109
Tabela 5.71. Saídas de função de Supervisão do Circuito de Disparo.....	5-110
Tabela 5.72. Parâmetros da função de Supervisão do Circuito de Disparo.....	5-110
Tabela 5.73. Entradas de função Falha de Disjuntor.....	5-113
Tabela 5.74. Saídas de função Falha de Disjuntor.....	5-114
Tabela 5.75. Parâmetros da função Falha de Disjuntor.....	5-114
Tabela 5.76. Estado de Religação Automática.....	5-117
Tabela 5.77. Entradas da função Religação Automática.....	5-120
Tabela 5.78. Saídas da função Religação Automática.....	5-121
Tabela 5.79. Parâmetros da função Religação Automática.....	5-122
Tabela 5.80. Sinais de Tensão de função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão.....	5-128
Tabela 5.81. Entradas da função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão.....	5-131
Tabela 5.82. Saídas da função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão.....	5-132
Tabela 5.83. Parâmetros da função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão.....	5-133
Tabela 5.84. Entradas da função de Bloqueio de Fecho do Disjuntor.....	5-136
Tabela 5.85. Saídas da função de Bloqueio de Fecho do Disjuntor.....	5-136
Tabela 5.86. Parâmetros de função de bloqueio.....	5-137
Tabela 5.87. Entradas da Função de Supervisão de Transformadores de Tensão.....	5-140
Tabela 5.88. Saídas da Função de Supervisão de Transformadores de Tensão.....	5-140
Tabela 5.89. Parâmetros da Função de Supervisão de Transformadores de Tensão.....	5-141
Tabela 5.90. Entradas de função de Supervisão dos Transformadores de Corrente.....	5-144
Tabela 5.91. Saídas de função de Supervisão dos Transformadores de Corrente.....	5-144
Tabela 5.92. Parâmetros de função de Supervisão dos Transformadores de Corrente.....	5-145
Tabela 5.93. Causas da rejeição de comandos do disjuntor.....	5-147
Tabela 5.94. Entradas da função de Controlo do Disjuntor.....	5-148
Tabela 5.95. Saídas da função de Controlo do Disjuntor.....	5-148
Tabela 5.96. Parâmetros da função de Controlo do Disjuntor.....	5-149
Tabela 5.97. Posição do disjuntor.....	5-151
Tabela 5.98. Entradas de função de Supervisão de Disjuntor.....	5-153
Tabela 5.99. Saídas da função de Supervisão de Disjuntor.....	5-153
Tabela 5.100. Parâmetros da função de Supervisão de Disjuntor.....	5-155
Tabela 5.101. Causas da rejeição de comandos do seccionador.....	5-157
Tabela 5.102. Entradas de função de Controlo do Seccionador.....	5-158
Tabela 5.103. Saídas de Função de Controlo do Seccionador.....	5-159
Tabela 5.104. Posição do Seccionador.....	5-161
Tabela 5.105. Entradas de função de Supervisão de Seccionador.....	5-162
Tabela 5.106. Saídas função de Supervisão de Seccionador.....	5-163

Tabela 5.107. Parâmetros da função de Supervisão de Seccionador.....	5-163
Tabela 5.108. Entradas de função de Regulação Automática de Tensão.....	5-181
Tabela 5.109. Saídas de função de Regulação Automática de Tensão.....	5-183
Tabela 5.110. Parâmetros da função Regulação Automática de Tensão.....	5-186
Tabela 5.111. Entradas da Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas.....	5-197
Tabela 5.112. Saídas de Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas.....	5-198
Tabela 5.113. Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas.....	5-199
Tabela 5.114. Entradas de função de Controlo Horário.....	5-201
Tabela 5.115. Saídas da Função Controlo Horário.....	5-202
Tabela 5.116. Parâmetros da Função Controlo Horário.....	5-202
Tabela 5.117. Cálculo da potência trifásica.....	5-206
Tabela 5.118. Entradas da Função Medidas Trifásicas.....	5-208
Tabela 5.119. Saídas da Função Medidas Trifásicas.....	5-208
Tabela 5.120. Parâmetros da Função Medidas Trifásicas.....	5-209
Tabela 5.121. Entradas da função de Medidas Monofásicas.....	5-212
Tabela 5.122. Saídas da função de Medidas Monofásicas.....	5-213
Tabela 5.123. Parâmetros da função de Medidas Monofásicas.....	5-213
Tabela 5.124. Cálculo de energia de potência trifásica.....	5-214
Tabela 5.125. Entradas de função de Contagem de Energia Trifásica.....	5-216
Tabela 5.126. Saídas de função de Contagem de Energia Trifásica.....	5-216
Tabela 5.127. Parâmetros da função de Contagem de Energia Trifásica.....	5-216
Tabela 5.128. Opções do loop de defeito.....	5-218
Tabela 5.129. Opções de tipo de defeito.....	5-219
Tabela 5.130. Entradas de função do Localizador de Defeitos.....	5-220
Tabela 5.131. Saídas de função do Localizador de Defeitos.....	5-220
Tabela 5.132. Parâmetros de função de Localizador Defeitos.....	5-221
Tabela 5.133. Tipos de disparo para tipos de entradas analógicas c.a.....	5-222
Tabela 5.134. Características de Oscilografia.....	5-223
Tabela 5.135. Entradas da Função de Registo de Oscilografia.....	5-224
Tabela 5.136. Saídas da Função de Registo de Oscilografia.....	5-225
Tabela 5.137. Parâmetros da Função de Registo de Oscilografia.....	5-225
Tabela 6.1. Parâmetros de configuração de portas série.....	6-3
Tabela 6.2. Informação sobre Portas Série.....	6-4
Tabela 6.3. Informação sobre a interface de serviço.....	6-4
Tabela 6.4. Informação da porta Ethernet.....	6-5
Tabela 6.5. Independent network configuration settings.....	6-5
Tabela 6.6. Parâmetros de configuração da rede redundante.....	6-5
Tabela 6.7. Parâmetros de configuração Redes VLAN.....	6-6
Tabela 6.8. Informação Rede/Vlan.....	6-6
Tabela 6.9. Parâmetros de configuração IP.....	6-6
Tabela 6.10. Informação do IP.....	6-6

Tabela 6.11. Parâmetros de configuração de Route.....	6-6
Tabela 7.1. Permissões de acesso para cada ID.....	7-3
Tabela 7.2. Causas para uma carta não-calibrada.....	7-16
Tabela 8.1. Característica de tempo de proteção de corrente.....	8-3
Tabela 8.2. Características tradicionais de tempo de proteção de religação.....	8-11

A gray square graphic containing the text 'Capítulo' in black and a large white number '1' below it.

Capítulo

1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é apresentado o relé de proteção e control multifuncional, a TPU S430. São apresentadas as principais características do produto e o seu âmbito de aplicação. É igualmente feita uma descrição sumária das suas várias funcionalidades e apresentado o seu princípio básico de operação, bem como funções integradas.

ÍNDICE

1.1 APLICAÇÃO	1-3
1.2 ARQUITETURA.....	1-4
1.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	1-6
1.4 FUNÇÕES DE APLICAÇÃO	1-8

Total de páginas do capítulo: 19

1.1 APLICAÇÃO

A TPU S430 é um relé de proteção multifuncional que garante uma solução económica para proteção do sistema de energia, enquanto disponibiliza adicionalmente funções de controlo, medida e registo para uma gestão fácil e segura do sistema.

A principal aplicação da TPU S430 é a proteção de linhas aéreas ou cabos subterrâneos do sistema de energia, em redes de alta ou média tensão, com neutro ligado à terra, de baixa-impedância, isolado ou compensado. Também está adequada para aplicações do transformador, como reserva da proteção diferencial do transformador principal. A TPU S430 pode também ser usada como proteção principal em baterias de condensadores ou como reserva de outros relés de proteção em aplicações mais complexas.

A TPU S430 disponibiliza também, como opção, regulação de tensão e controlo de tomadas apropriada para gestão de transformadores de dois ou três enrolamentos a operar independentemente ou em paralelo. As funções adicionais de controlo e supervisão alargam a aplicação do relé, com opção para funções e lógica de automação definidas pelo utilizador (por exemplo, lógica de encravamento ou transferência de carga e esquemas de recuperação). Os valores medidos com precisão e uma ampla gama de registos e outra informação armazenada acrescentam valor à aplicação base. O relé pode assim substituir convenientemente um conjunto de dispositivos auxiliares separados no compartimento do órgão, tais como instrumentos de medição, interruptores de controlo e botões de comando.

A utilização do relé pode ser feita autonomamente ou integrada em sistemas, beneficiando das opções de comunicação protocolar. Os vários modelos do equipamento dispõem de funções pré-definidas e adequadas a cada objetivo, o que assegura a flexibilidade a cada aplicação do utilizador.



Figura 1.1. TPU S430.

1.2 ARQUITETURA

A TPU S430 é um *Intelligent Electronic Device* (IED) que consiste numa plataforma baseada em microprocessador, com processamento digital de todas as funções. A Figura 1.2 representa esquematicamente a arquitetura interna do relé de proteção.

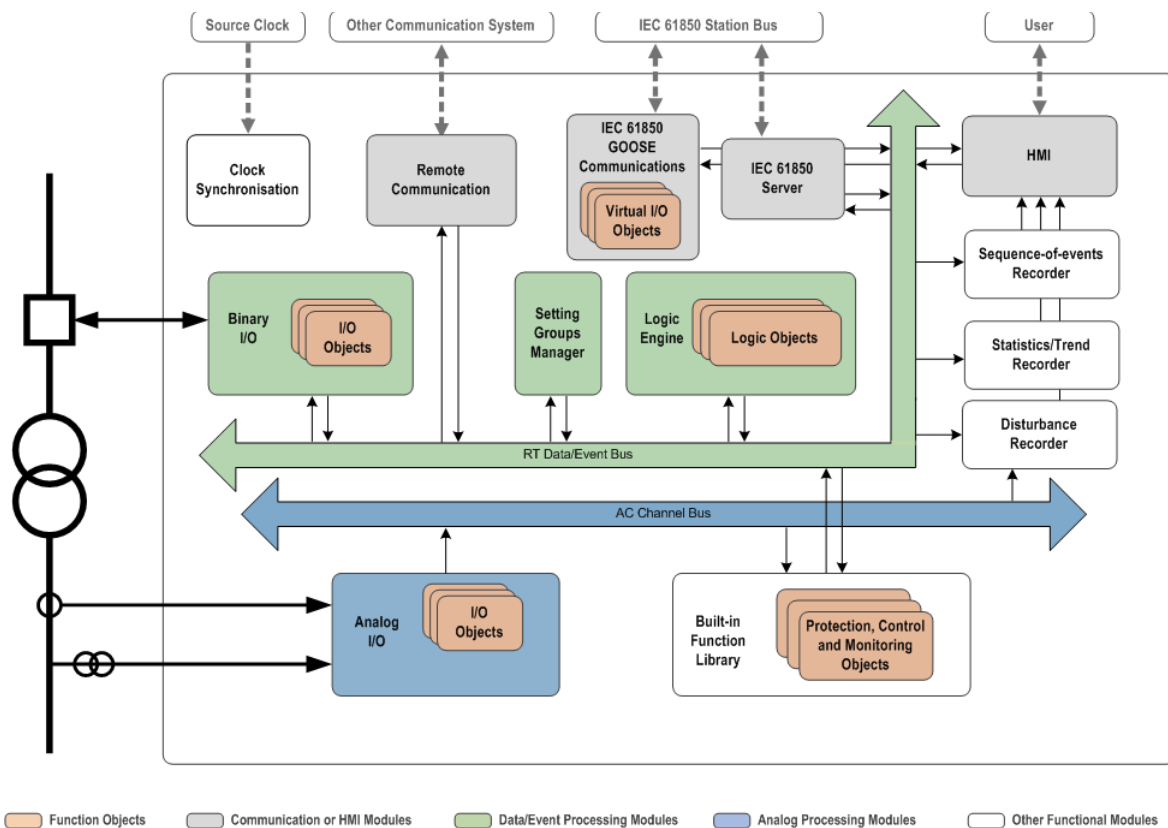


Figura 1.2. Arquitetura da TPU S430.

O sistema de aquisição de conversão analógica/ digital garante o isolamento galvânico a partir do exterior do relé; garante também condicionamento das entradas de corrente e de tensão, de modo a adaptar estes sinais para níveis admissíveis para a eletrónica interna.

Este subsistema é também responsável pela filtragem e amostragem de sinais para o conseqüente processamento pelos algoritmos de proteção e medida. Um conjunto de filtros passa-baixo analógicos e digitais foram dimensionados para assegurar largura de banda adequada para funções de proteção, em conjunto com vários algoritmos de estimação especialmente concebidos para remover componentes harmónicas e transitórios presentes nos sinais.

Os resultados destes processos de amostragem e estimativa são disponibilizados numa biblioteca integrada de funções de proteção, controlo e supervisão através de barramento de canal c.a. dedicado de elevado desempenho. Estes resultados são avaliados periodicamente para suportar o processo de tomada de decisão do relé de proteção. Esta abordagem garante uma resposta atempada para todas as funções críticas.

Para além da aquisição de entradas analógicas, a interface do processo inclui entradas e saídas digitais responsáveis pela interação com equipamento externo, como disjuntores e outros equipamentos.

O motor de lógica permite a implementação de lógica PLC definida pelo utilizador e as funções de automação adicionais permitem complementar a biblioteca de base de funções.

Um barramento genérico de dados e eventos garantem a troca de informação muito rápida entre módulos do IED, sejam módulos de lógica definidos pelo utilizador, funções incorporadas ou objetos de I/O digitais. Os dados trocados incluem as

saídas de funções aplicacionais definidas pelo utilizador e incorporadas, informação recolhida de entradas digitais e comandos dados para dispositivos de corte externos.

O sistema central de processamento está igualmente encarregue de gerir outras interfaces do IED, tais como interface homem-máquina, local ou à distância, e sistemas de comunicação. A interface homem-máquina inclui um ecrã no painel frontal onde o utilizador pode aceder a diversos dados do sistema elétrico e do equipamento, a um conjunto de alarmes configuráveis e a teclas funcionais. Um servidor web está também disponível.

As interfaces de comunicação incluem um servidor IEC 61850 e mecanismos publicação/ subscrição GOOSE para integração num barramento de estação IEC 61850, juntamente com outras opções de protocolo, tanto série como Ethernet. As mensagens GOOSE funcionam como alternativa aos objetos de entradas/ saídas digitais, permitindo a troca de informação com outros dispositivos IEC 61850 compatíveis através da interface de comunicação.

O design do IED inclui outros módulos responsáveis pelas tarefas auxiliares e de gestão, tais como: gestão de parâmetros e mudança de cenários de parametrização; diagnóstico e autotestes, com supervisão do Watchdog; diversas funções de registo, tais como registo de oscilografia ou registo de eventos. A sincronização horária independente assegura a datação correta de todos os eventos e registos.

1.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O relé multifuncional TPU S430 faz parte da família da série TPU 430 de IED de Proteção Automação e Controlo da EFACEC. Todos os IED desta série são caracterizados por um conjunto de características similares e baseados numa plataforma comum que fornece soluções uniformes e altamente integráveis, de fácil especificação, resolução de problemas e manutenção.

- ◆ Arquitetura potente e compacta, baseada num processador 32 bit de 372 MHz dual-core, com processamento de sinal digital integrado.
- ◆ Caixa de 6U de altura, 1/2 19¹” (42HP) de largura, montagem em *rack* ou encastrada.
- ◆ Até um máximo de 12 entradas analógicas c.a. com conversão analógica/ digital com precisão de 24 bit a uma taxa de 40 amostras por ciclo (frequência de amostragem de 2 kHz para uma frequência nominal de 50 Hz).
- ◆ Configuração flexível dos canais analógicos.
- ◆ Máximo de 112 pontos de entradas/ saídas digitais com filtros incorporados de entradas e configuração de impulsos de saídas.
- ◆ Configuração flexível de I/O, o que permite uma implementação de baixo-nível de entradas simples, duplas, n-bits ou contagem de impulsos, assim como operação de múltiplos contactos através de controlos simples ou duplos.
- ◆ Conjunto alargado de funções de proteção, controlo, supervisão e monitorização que engloba várias aplicações do sistema de energia.
- ◆ Extensão e personalização de aplicações através de funções e lógica PLC definidas pelo utilizador, totalmente programável em linguagem IEC 61131-3.
- ◆ Lógica e aritmética booleana ou inteira disponível em blocos funcionais tais como *flip-flops*, contadores e temporizadores.
- ◆ Atribuição flexível de funções a um máximo de oito dispositivos lógicos internos, com modo de operação e gestão hierárquica de comandos independentes.
- ◆ Oito cenários de parametrização independentes para cada dispositivo lógico, regulável por lógica programável ou comando do utilizador.
- ◆ Relógio de tempo-real com bateria, e configuração de fuso horário de acordo com a localização do dispositivo.
- ◆ Sincronização horária precisa, disponível em opção via SNTP, IRIG-B ou protocolo de comunicação.
- ◆ Registo de eventos com precisão de um milissegundo, com entidades registadas definidas pelo utilizador e múltiplas opções de disparo.
- ◆ Grande capacidade de memória não-volátil, com armazenamento de vários registos do dispositivo, tais como registo de eventos, registo de perturbações e/ou oscilografia, diagramas de carga e relatórios de defeito.
- ◆ Uma ou duas portas Ethernet e até duas portas série, com múltiplas opções de comunicação disponíveis.
- ◆ Até três protocolos de comunicação simultâneos *server/slave*, série ou Ethernet.
- ◆ Servidor IEC 61850 opcional, pronto a ser integrado em barramento de estação IEC 61850, com mecanismo GOOSE de publicação/ subscrição que suporta esquemas complexos de automação distribuída.
- ◆ Porta Ethernet frontal para ações de configuração, diagnóstico e manutenção.
- ◆ Interface homem-máquina local que inclui um grande LCD gráfico, com teclado de fácil utilização para navegação no menu, edição de parâmetros e indicadores do estado de operação do relé
- ◆ 16 alarmes programáveis e 9 teclas funcionais programáveis com várias opções de configuração.
- ◆ Servidor *web* embebido, acessível pelas portas Ethernet frontal e traseira.

¹ Apesar de não integrar o Sistema Internacional de Unidades de Medida, geralmente uma polegada (") é utilizada nestes equipamentos, dado que são tipicamente instalados em armários cuja medida de referência é a polegada. Considerar 1 polegada = 2,54 cm ou 25,4 mm.

- ◆ Identificação *Plug-and-play* de componentes internos de *hardware* e *software*.
- ◆ *Watchdog* interno, saída de *Watchdog* e auto-monitorização de todos os componentes de *hardware* e *software*.
- ◆ Engenharia integrada nas ferramentas do Automation Studio, com características de configuração, tratamento de parâmetros operacionais, simulação, monitorização *online* e extração e análise de dados.
- ◆ *Design* adequado e modelos de configuração pré-testados para cada variante do produto.

1.4 FUNÇÕES DE APLICAÇÃO

1.4.1 FUNÇÕES DE PROTEÇÃO

Diferencial Restrita de Terra

- ◆ ANSI: 87N
- ◆ IEC 61850: PDIF
- ◆ Número de funções independentes: 1
- ◆ Adequada para a proteção de transformadores ou autotransformadores.
- ◆ Suporte até quatro entradas de corrente restrita e uma entrada de neutro permite a aplicação na maioria de topologias de barramento complexas e disposições do disjuntor.
- ◆ Correspondência automática de fase e neutro do TI, sem haver interposição de TIs para esta operação.
- ◆ Um escalão diferencial restrito com característica de estabilização ajustável de duas secções.
- ◆ Disparo de instantâneo ou com atraso.
- ◆ Estabilidade elevada contra saturação de TI, mesmo em caso de defeitos externos e grandes correntes de defeito.
- ◆ Supervisão opcional de disparo direcional, o que permite melhor discriminação entre defeitos internos e externos.
- ◆ Característica direcional configurável de ângulo aberto para erros de medição devido a saturação do TI.
- ◆ Medição de correntes diferenciais de polarização.
- ◆ Modo de teste dedicado, apropriado para parâmetros de funções de verificação e ligações externas permitindo disparo de função.
- ◆ Entrada de bloqueio independente.

Máximo de Corrente de Fase (Direcional)

- ◆ ANSI: 50, 51, 67
- ◆ IEC 61850: PTOC / RDIR / PHAR
- ◆ Número de funções independentes: 2
- ◆ Quatro escalões independentes de máximo de corrente disponíveis: dois escalões de tempo definido e dois escalões de tempo definido ou inverso.
- ◆ Elementos de proteção separados para as três fases (*full scheme*).
- ◆ Disparo instantâneo opcional.
- ◆ Várias curvas de tempo selecionáveis de acordo com as normas IEC e ANSI/ IEEE.
- ◆ Rearme dinâmico opcional quando a opção de tempo inverso estiver selecionada.
- ◆ Multiplicador de limiar de corrente configurável, ativado por condição de lógica definida pelo utilizador, por exemplo em interação com a lógica de arranque de carga a frio.
- ◆ Restrição por segunda harmónica contra correntes de *inrush*, ativado independentemente para cada escalão, com opção de bloqueio cruzado entre as diferentes fases.
- ◆ Operação direcional em opção, direção frente ou trás, configurada independentemente para cada escalão.
- ◆ Ângulo de característica direcional com uma gama alargada de parametrização, o que permite uma melhor adaptação ao ângulo de impedância característica do sistema.
- ◆ Polarização com as tensões de sequência direta e inversa e memória de tensão pré-defeito para assegurar seletividade direcional adequada para todos os tipos de defeitos fase-fase
- ◆ Bloqueio opcional da função ou disparo não-direcional no caso de falha do transformador de tensão.

- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Possibilidade de bloqueio do escalão rápido pelo arranque das proteções a jusante.

Máximo de Corrente de Terra (Direcional)

- ◆ **ANSI:** 50N, 51N, 67N, 50G, 51G, 67G
- ◆ **IEC 61850:** PTOC / RDIR / PHAR
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ Quatro escalões independentes de máximo de corrente: dois escalões de tempo definido e dois escalões de tempo definido ou inverso.
- ◆ Disparo instantâneo opcional.
- ◆ Várias curvas de tempo selecionáveis de acordo com as normas IEC e ANSI/ IEEE.
- ◆ Curva de tempo inverso logarítmica adicional.
- ◆ Rearme dinâmico opcional quando a opção de tempo inverso estiver selecionada.
- ◆ Grandeza operacional configurável como corrente residual (soma calculada das três correntes de fase) ou corrente de neutro, obtida a partir de um transformador de corrente de neutro independente.
- ◆ Detecção de defeitos à terra de elevada resistência se a função estiver associada a uma entrada de corrente de elevada sensibilidade opcional.
- ◆ Estabilização de corrente de fase para prevenir erros devidos a saturação do TI.
- ◆ Multiplicador de limiar de corrente configurável, ativado por condição de lógica definida pelo utilizador, por exemplo em interação com a lógica de arranque de carga a frio.
- ◆ Restrição por segunda harmónica ativada independentemente para cada escalão.
- ◆ Operação direcional em opção, direção frente ou trás, configurada independentemente para cada escalão.
- ◆ Ângulo de característica direcional com uma gama alargada de parametrização, o que permite uma melhor adaptação ao ângulo de impedância característica do sistema e ligações de neutro.
- ◆ Polarização por tensão residual e/ ou corrente de neutro assegurando seletividade direcional adequada para todos os tipos de defeitos fase-terra.
- ◆ Discriminação do sentido do defeito, em opção, baseada em componentes de sequência inversa.
- ◆ Bloqueio opcional da função ou disparo não-direcional no caso de falha do transformador de tensão ou ausência de polarização.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Possibilidade de bloqueio do escalão rápido pelo arranque das proteções a jusante.

Máximo de Corrente de Sequência Inversa (Direcional)

- ◆ **ANSI:** 46, 67
- ◆ **IEC 61850:** PTOC / RDIR
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Quatro escalões independentes de máximo de corrente disponíveis: dois escalões de tempo definido e dois escalões de tempo definido ou inverso.
- ◆ Disparo instantâneo opcional.
- ◆ Várias curvas de tempo selecionáveis, de acordo com as normas IEC e ANSI/IEEE.
- ◆ Rearme dinâmico opcional quando a opção de tempo inverso está selecionada.
- ◆ Operação direcional em opção, direção frente ou trás, configurada independentemente para cada escalão.
- ◆ Ângulo de característica direcional com uma gama alargada de parametrização, o que permite uma melhor adaptação ao ângulo de impedância característica do sistema.

- ◆ Polarização por tensão de sequência inversa para assegurar seletividade direcional adequada para todos os tipos de defeitos assimétricos.
- ◆ Bloqueio opcional da função ou disparo não-direcional em caso de falha do transformador de tensão ou ausência de polarização.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.

Arranque de Carga Fria

- ◆ **IEC 61850:** RCLP
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Multiplicador de corrente dinâmico.
- ◆ Detecção de perda de fornecimento de energia.
- ◆ Tempos de arranque e reinício configuráveis.
- ◆ Entradas de bloqueio independentes para arranque e reinício de carga fria

Sobrecarga com Imagem Térmica

- ◆ **ANSI:** 49
- ◆ **IEC 61850:** PTTR
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Modelo térmico do equipamento protegido, baseado nas perdas de calor calculadas de acordo com a característica I^2t .
- ◆ Avaliação contínua do valor RMS de sinais de corrente, considerando para o efeito a corrente de carga anterior à sobrecarga.
- ◆ Medição independente para as três fases, baseada na mais alta das três temperaturas
- ◆ Característica de disparo em conformidade com a norma IEC 60255-8.
- ◆ Parâmetros de temperatura distintos para alarme e rearme de escalões (permissão para religar).
- ◆ Temperatura ambiente definida por defeito.
- ◆ Entrada de bloqueio independente.

Fecho-sobre-Defeito

- ◆ **ANSI:** 50HS
- ◆ **IEC 61850:** RSOF / PIOC
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Preparado para ser ativado por comando externo, por exemplo no caso de comando de fecho do disjuntor.
- ◆ Detecção integrada de linha não-energizada baseada na ausência de corrente e tensão, em alternativa.
- ◆ Tempo de confirmação configurável da condição de linha não-energizada.
- ◆ Intervalo de tempo configurável em que a função permanece ativa depois do fecho do disjuntor.
- ◆ Escalão de máximo de corrente independente, com disparo instantâneo.
- ◆ Preparado para ser associado a qualquer escalão de outra função de proteção.

Detecção de Condutor Partido/ Desequilíbrio de Fase

- ◆ **ANSI:** 46BC
- ◆ **IEC 61850:** RBCD
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Escalão de alarme independente baseado na sequência positiva/negativa da relação de corrente.

- ◆ Atraso de alarme configurável e tempo de reinício.

Mínimo de Corrente / Perda de Carga

- ◆ ANSI: 37
- ◆ IEC 61850: PTUC
- ◆ **Número de funções independentes: 1**
- ◆ Disponíveis dois escalões independentes de Mínimo de Corrente de tempo definido.
- ◆ Disparo instantâneo opcional.
- ◆ Inibição de disparo baseada na posição do disjuntor.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.

Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-Aterrados

- ◆ ANSI: 32N
- ◆ IEC 61850: PSDE
- ◆ **Número de funções independentes: 2**
- ◆ Proteção de defeitos terra de tempo definido com várias opções de disparo disponíveis.
- ◆ Escalão de arranque por máximo de tensão residual (ou de neutro).
- ◆ Disparo da função por critérios de máximo de tensão ou de corrente, selecionáveis pelo utilizador.
- ◆ Grandeza operacional configurável como corrente residual (soma calculada das três correntes de fase) ou corrente de neutro, obtida a partir de um transformador de neutro toroidal independente.
- ◆ Detecção de defeitos à terra de elevada resistência se a função estiver associada com uma entrada de corrente de elevada sensibilidade opcional.
- ◆ Operação direcional opcional, direção frente ou trás.
- ◆ Discriminação direcional baseada na medição do ângulo de fase de corrente (amplitude de corrente mínima) ou princípio *wattmetric* (potência mínima).
- ◆ Característica direcional com formato especial, com polarização por tensão residual, preparada para aplicação em sistemas com neutro isolado ou compensado.
- ◆ Bloqueio opcional em caso de falha do transformador de tensão, de acordo com a função de supervisão respetiva.
- ◆ Nível de alarme independente baseado no desequilíbrio das tensões de fase.

Direcional de Potência

- ◆ ANSI: 32
- ◆ IEC 61850: PDOP / PDUP
- ◆ **Número de funções independentes: 1**
- ◆ Quatro escalões independentes de tempo definido direcional: dois escalões de máximo de potência e dois escalões de mínimo de potência.
- ◆ Várias disposições de TI e de TT, com diferentes métodos de cálculo diferentes.
- ◆ Ângulo de característica direcional com gama de parametrização alargada de modo a permitir qualquer operação (potência real ou reativa ou uma combinação das duas) ou qualquer direção (*forward* ou *reverse*).
- ◆ Fator de rearme e tempo de rearme configuráveis.
- ◆ Bloqueio opcional no caso de abertura do disjuntor e intervalo de tempo configurável que a função permanece bloqueada após fecho do disjuntor.
- ◆ Bloqueio opcional no caso de falha do transformador de tensão, de acordo com a função de supervisão do transformador.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.

Proteção de Mínimo de Tensão de Fases

- ◆ ANSI: 27
- ◆ IEC 61850: PTUV
- ◆ **Número de funções independentes: 2**
- ◆ Dois escalões independentes de mínimo de tensão: um escalão de tempo definido e um escalão de tempo definido ou inverso.
- ◆ Elementos de proteção separados para as três fases (*full scheme*).
- ◆ Preparada para tensões fase-terra ou fase-fase como grandezas operacionais.
- ◆ Parametrização alargada, o que permite limiares de operação abaixo ou acima da tensão nominal.
- ◆ Bloqueio opcional em caso de falha do transformador de tensão, de acordo com a função de supervisão respetiva.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Esquemas configuráveis de reposição e deslastre de carga, totalmente programáveis pelo utilizador.

Proteção de Máximo de Tensão de Fases

- ◆ ANSI: 59
- ◆ IEC 61850: PTOV
- ◆ **Número de funções independentes: 2**
- ◆ Dois escalões independentes de máximo de tensão: um escalão de tempo definido e um escalão de tempo definido ou inverso.
- ◆ Elementos de proteção separados para as três fases (*full scheme*).
- ◆ Preparada para tensões fase-terra ou fase-fase como amplitudes operacionais.
- ◆ Parametrização alargada, o que permite limiares de operação abaixo ou acima da tensão nominal.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.

Máximo de Tensão Residual

- ◆ ANSI: 59N
- ◆ IEC 61850: PTOV
- ◆ **Número de funções independentes: 2**
- ◆ Dois escalões independentes de máximo de tensão: um escalão de tempo definido e um escalão de tempo definido ou inverso.
- ◆ Grandeza operacional configurável como tensão residual (soma calculada das três tensões de fase) ou tensão de neutro, obtida através de enrolamento em triângulo aberto.
- ◆ Bloqueio opcional em caso de falha do transformador de tensão, de acordo com a função de supervisão respetiva.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.

Máximo de Tensão de Sequência Inversa

- ◆ ANSI: 47
- ◆ IEC 61850: PTOV
- ◆ **Número de funções independentes: 1**
- ◆ Dois escalões independentes de máximo de tensão: um escalão de tempo definido e um escalão de tempo definido ou inverso.
- ◆ Preparada para tensões fase-terra ou fase-fase como grandezas operacionais.
- ◆ Bloqueio operacional no caso de falha do transformador de tensão, de acordo com a função de supervisão do transformador de tensão.

- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.

Proteção de Mínimo de Frequência

- ◆ ANSI: 81U
- ◆ IEC 61850: PTUF
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Cinco escalões independentes de tempo definido de mínimo de frequência.
- ◆ Medida de frequência obtida a partir de tensões fase-terra ou fase-fase.
- ◆ Parametrização alargada, o que permite limiares de operação abaixo ou acima da frequência nominal.
- ◆ Limiar de bloqueio configurável de mínimo de tensão.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Esquemas configuráveis de reposição e deslastre de carga, totalmente programáveis pelo utilizador.

Proteção de Máximo de Frequência

- ◆ ANSI: 81O
- ◆ IEC 61850: PTOF
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Cinco escalões independentes de tempo definido de máximo de frequência.
- ◆ Medida de frequência obtida a partir de tensões fase-terra ou fase-fase.
- ◆ Parametrização alargada, o que permite limiares de operação abaixo ou acima da frequência nominal.
- ◆ Limiar de bloqueio configurável de mínimo de tensão.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Esquemas configuráveis de reposição e deslastre de carga, totalmente programáveis pelo utilizador.

Taxa de Variação de Frequência

- ◆ ANSI: 81RC
- ◆ IEC 61850: PFRC
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Cinco escalões independentes de tempo definido de taxa de variação de frequência.
- ◆ Parametrização alargada de limiares de operação, tanto para taxa de variação de frequência positiva ou negativa.
- ◆ Medida de frequência obtida a partir de tensões fase-terra ou fase-fase.
- ◆ Limiar opcional de supervisão de frequência.
- ◆ Tempo de observação configurável para cálculo médio de taxa de variação de frequência.
- ◆ Limiar de bloqueio configurável de mínimo de tensão.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Esquemas configuráveis de reposição e deslastre de carga, totalmente programáveis pelo utilizador.

1.4.2 FUNÇÕES DE CONTROLO E SUPERVISÃO

Lógica de Disparo Trifásico

- ◆ ANSI: 94
- ◆ IEC 61850: PTRC
- ◆ **Número de funções independentes:** 4

- ◆ Condicionamento e bloqueio de disparo do disjuntor trifásico.
- ◆ Sinais de arranque e disparo da proteção.
- ◆ Disparo instantâneo com fecho sobre defeito ativo para escalões de função de proteção selecionados.
- ◆ Contador de disparos do disjuntor.

Supervisão do Circuito de Disparo

- ◆ **ANSI:** 74TC
- ◆ **IEC 61850:** STRC
- ◆ **Número de funções independentes:** 5
- ◆ Até dois circuitos de disparo do disjuntor supervisionados (bobinas de disparo principais e de reserva) através de entradas digitais dedicadas.
- ◆ Supervisão apenas com disjuntor fechado, como opção.
- ◆ Atraso de alarme e tempo de arranque configuráveis.

Falha de Disjuntor

- ◆ **ANSI:** 50BF
- ◆ **IEC 61850:** RBRF
- ◆ **Número de funções independentes:** 5
- ◆ Um ou dois escalões de tempo definido: apenas disparo externo; tanto repetição de disparo como disparo externo são ativados.
- ◆ Monitorização da corrente de fase em cada polo do disjuntor.
- ◆ Limiares de corrente distintos para arranque (disparo da proteção) e rearme (deteção do disjuntor aberto).
- ◆ Supervisão da posição do disjuntor em alternativa à monitorização da corrente de fase.
- ◆ Disparo instantâneo opcional depois do disparo da proteção, devido a circuito do disjuntor defeituoso.

Religação Automática

- ◆ **ANSI:** 79
- ◆ **IEC 61850:** RREC
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Até cinco ciclos de religação, com parametrização independente por cada ciclo.
- ◆ Até cinco canais independentes, com funções de proteção definidas pelo utilizador e escalões atribuídos a cada um.
- ◆ Várias opções disponíveis para cada ciclo de religação e canal: ignorar, sequência de bloqueio de auto-religação, iniciar novo ciclo.
- ◆ Opção de disparo rápido (disparo de auto-religação) disponível para os dois primeiros ciclos, com tempo de atraso configurável para impedir operações indesejadas de transitórios rápidos.
- ◆ Supervisão de disparo de proteção, após disparo, e operação do disjuntor, após comandos de abertura e fecho.
- ◆ Religação opcional com verificação de sincronismo.
- ◆ Espera opcional por lógica master.
- ◆ Integração opcional em esquemas de poupança de fusíveis e coordenação de sequência de zona com religadores ao longo do *feeder*.
- ◆ Número de sequências de religação bem-sucedidas e mal-sucedidas.
- ◆ Alarme de operação frequente, baseada no número máximo de shots de religação durante um tempo de observação pré-definido.

Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão

- ◆ ANSI: 25
- ◆ IEC 61850: RSYN
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Parametrizações independentes para comandos manuais ou automáticos de fecho do disjuntor.
- ◆ Tensões operacionais fase-fase ou fase-terra configuráveis.
- ◆ Vários modos de funcionamento independentemente ativados: modos de verificação de tensão (Não Energizado/ Não Energizado, Não Energizado/ Energizado, Energizado/ Não Energizado) e modo de verificação de sincronismo (Energizado/ Energizado).
- ◆ Limiares configuráveis de tensão para sistema não energizado e energizado, e de tensão máxima permitida para operações de fecho.
- ◆ Avaliação contínua de amplitude de tensão e frequência para todos os modos de operação de verificação de sincronismo e de tensão.
- ◆ Avaliação contínua da diferença de amplitude, diferença de fase e diferença de frequência, para modo de operação de verificação de sincronismo.
- ◆ Comando de fecho opcional nas condições assíncronas do sistema, considerando o tempo de fecho do disjuntor e taxa de variação de frequência.
- ◆ Modo de permissão incondicional ativado independentemente.
- ◆ Elevada precisão numa gama alargada de medição, para todas as grandezas de operação.
- ◆ Verificação rápida de condições de permissão de fecho para todos os modos de operação, com tempo de confirmação opcional definido pelo utilizador.
- ◆ Medição disponível das diferenças de amplitude, fase e frequência.

Bloqueio de Fecho do Disjuntor

- ◆ ANSI: 86
- ◆ IEC 61850: RCBL
- ◆ **Número de funções independentes:** 4
- ◆ Bloqueio das operações de fecho do disjuntor persistente (cancelado pelo utilizador), transitório ou temporizado.
- ◆ Condições de bloqueio definidas pelo utilizador para cada modo de operação.

Supervisão de TT

- ◆ ANSI: 60
- ◆ IEC 61850: RVTS
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Supervisão do estado do disjuntor dos TT através de entrada digital.
- ◆ Critérios adicionais para deteção de falhas no secundário do transformador de tensão baseados nos sinais de tensão e corrente.
- ◆ Monitorização de sequência inversa e homopolar para deteção de falhas assimétricas.
- ◆ Monitorização de mínimo de tensão trifásica e variação de corrente para deteção de falhas simétricas.
- ◆ Verificação de ausência de tensão depois de fecho do disjuntor.
- ◆ Verificação de polaridade e sequência de fases.

Supervisão de TI

- ◆ IEC 61850: RCCS
- ◆ **Número de funções independentes:** 2

- ◆ Detecção de falhas do circuito de corrente baseada na corrente e/ ou tensão residual de referência.
- ◆ Verificação de polaridade e sequência de fases.

Controlo de Disjuntor

- ◆ **IEC 61850:** CSWI
- ◆ **Número de funções independentes:** 5
- ◆ Entradas de bloqueio independentes para comandos de abertura e fecho do disjuntor.
- ◆ Diferentes condições de bloqueio dependendo da origem do controlo: manual local, manual à distância ou comandos automáticos.
- ◆ Monitorização de condições de encravamento definidas pelo utilizador e verificação de sincronismo opcional para comandos de fecho.
- ◆ Gestão dos vários níveis de hierarquia de comando.
- ◆ Contagem de comandos de abertura do disjuntor.

Supervisão de Disjuntor

- ◆ **ANSI:** 52
- ◆ **IEC 61850:** XCBB / SGCB
- ◆ **Número de funções independentes:** 5
- ◆ Execução de controlos do disjuntor e atualização de estado.
- ◆ Duração configurável de impulsos fixos ou adaptáveis, para comandos de abertura e fecho de disjuntores.
- ◆ Filtro opcional de estados intermédios, com tempo de filtragem configurável.
- ◆ Supervisão do tempo de abertura e fecho do disjuntor.
- ◆ Contagem de operações de abertura do disjuntor.
- ◆ Última corrente cortada e soma acumulada das correntes cortadas por cada polo do disjuntor.
- ◆ Alarmes configuráveis para o máximo de operações de abertura e para a soma acumulada de correntes cortadas por cada polo do disjuntor.

Controlo do Seccionador

- ◆ **IEC 61850:** CSWI
- ◆ **Número de funções independentes:** 6
- ◆ Entradas de bloqueio independentes para comandos de abertura e fecho do seccionador.
- ◆ Diferentes condições de bloqueio dependentes da origem do controlo: manual local, manual remoto ou automático.
- ◆ Condições de monitorização e encravamento definidas pelo utilizador.
- ◆ Gestão de autoridades multinível.
- ◆ Contador de comandos de abertura do seccionador.

Supervisão do Seccionador

- ◆ **ANSI:** 52
- ◆ **IEC 61850:** XSWI
- ◆ **Número de funções independentes:** 6
- ◆ Execução de controlos do seccionador e atualização de estado.
- ◆ Duração de impulso configurável fixa e adaptativa, para comandos de abertura e fecho do seccionador.
- ◆ Filtro opcional de estados intermédio, com tempo configurável.

- ◆ Supervisão de tempos de abertura e fecho do seccionador.
- ◆ Contador de operações de abertura do seccionador.
- ◆ Alarme configurável para um número máximo de operações de abertura.

Regulação Automática de Tensão

- ◆ ANSI: 90
- ◆ IEC 61850: ATCC
- ◆ Número de funções independentes: 1
- ◆ Entradas de bloqueio independentes para comandos de subida e descida.
- ◆ Condições de bloqueio opcionais através de parâmetros.
- ◆ Controlo de dois ou três enrolamentos do transformador.
- ◆ Operação independente ou paralela com oito transformadores em paralelo.
- ◆ Operação de tempo definido ou inverso, com parâmetros de tempo diferentes para os primeiros comandos e seguintes.
- ◆ Aceleração da regulação de tensão opcional com origem no valor de máximo de tensão ou outra condição lógica.
- ◆ Variação de tensão de referência opcional.
- ◆ Compensação de queda de linha opcional.
- ◆ Método de controlo Master-Follower para operação paralela.
- ◆ Método de minimização de controlo de corrente para operação paralela.
- ◆ Possibilidade de comando manual do comutador de tomadas.

Controlo e Supervisão do Comutador de Tomadas

- ◆ IEC 61850: YLTC
- ◆ Número de funções independentes: 1
- ◆ Entradas de bloqueio independentes para comandos de subida e de descida.
- ◆ Comando manual opcional do comutador de tomadas.
- ◆ Supervisão da posição do comutador de tomadas.
- ◆ Supervisão dos tempos de mudança da tomada e sucesso da manobra.
- ◆ Alarme de falha permanente do comutador de tomadas, cancelado apenas pelo operador.
- ◆ Contador do número de manobras executadas no comutador de tomadas.
- ◆ Soma acumulada das correntes comutadas quadradas em cada mudança de tomada.

1.4.3 FUNÇÕES DE MONITORIZAÇÃO E REGISTO

Medidas Trifásicas

- ◆ IEC 61850: MMXU / MSQI
- ◆ Número de funções independentes: 2
- ◆ Medidas precisas instantâneas trifásicas de corrente, tensão (fase-terra e fase-fase), potência (ativa, reativa e aparente), fator de potência, impedância e frequência.
- ◆ Medida adicional de corrente e tensão de neutro, se disponível.
- ◆ Medidas adicionais de componentes simétricas de corrente e tensão.
- ◆ Informação disponível sobre amplitude e fase.

- ◆ Suportadas várias combinações de TI e TT, com métodos de cálculo de potência diferentes.
- ◆ Orientação configurável de TI para a frente (em direção à linha) ou para trás (em direção ao barramento), independente das funções de proteção.

Medidas Monofásicas

- ◆ **IEC 61850:** MMXN
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ Medidas precisas de corrente, tensão, potência (ativa, reativa e aparente), fator de potência, impedância e frequência.
- ◆ Informação disponível sobre amplitude e fase.
- ◆ Disponível para sinais não associados a sistemas trifásicos, tais como corrente de neutro adicional ou tensão de barramento para verificação de sincronismo.
- ◆ Orientação configurável de TI para a frente (em direção à linha) ou para trás (em direção ao barramento), independente das funções de proteção.

Medição Trifásica

- ◆ **IEC 61850:** MMTR
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Contadores de energia ativa e reativa nas direções frente e trás, baseados nos sinais de tensão e corrente trifásicos.
- ◆ Contadores adicionais de energia ativa, reativa e aparente total.
- ◆ Controlos de arranque/ paragem e reinício de funções de contagem.
- ◆ Várias combinações de TI e TT suportadas com métodos de cálculo de energia diferentes.
- ◆ Orientação configurável de TI para a frente (em direção à linha) ou para trás (em direção ao barramento), independente das funções de proteção.

Localizador de Defeitos

- ◆ **ANSI:** 21FL
- ◆ **IEC 61850:** RFLO
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Dispara pelo arranque de funções de proteção selecionáveis pelo utilizador.
- ◆ Algoritmo de medição completamente independente das outras funções de proteção.
- ◆ Localização de defeitos apresentada em ohm, em quilómetros (ou milhas) ou valor percentual do comprimento da linha, incluindo o cálculo da resistência de defeito.
- ◆ Identificação do tipo de defeito e do loop de defeito utilizado para cálculo da distância.
- ◆ Compensação da corrente de defeito.
- ◆ Elevada precisão numa gama de medição alargada, para todas as grandezas calculadas.
- ◆ Bloqueio opcional no caso da falha do transformador de tensão, de acordo com a função de supervisão do transformador de tensão.

Registo de Oscilografia

- ◆ **IEC 61850:** RDRE
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Até 16 canais analógicos e 96 canais digitais.
- ◆ Ficheiros de registo de oscilografia de acordo com a norma COMTRADE.
- ◆ Tempo de pré-defeito, tempo após o defeito e duração máxima do registo configuráveis.

- ◆ Disparo manual disponível, por comando do utilizador ou condição lógica, com duração de registo independente configurável.
- ◆ Várias condições internas de disparo, definidas pelo utilizador, tanto para canais analógicos como digitais.
- ◆ Prolongamento de registo por disparo durante o tempo após o defeito, em opção.
- ◆ Indicação de número de registos efetivos e percentagem de memória utilizada.

A grey square icon containing the text "Capítulo" in black and the number "2" in white.

Capítulo

2

INSTALAÇÃO

Este capítulo descreve o modo de instalação da TPU S430. É feita uma descrição da caixa, da sua constituição, montagem e instalação. É feita menção às ligações a efetuar e ao tipo de conectores a utilizar.

ÍNDICE

2.1 APRESENTAÇÃO E DIMENSÕES.....	2-3
2.2 DESCRIÇÃO DE HARDWARE	2-6
2.3 MONTAGEM.....	2-12
2.4 LIGAÇÕES.....	2-13

Total de páginas do capítulo: 34

2.1 APRESENTAÇÃO E DIMENSÕES

A TPU S430 é apresentada numa caixa proprietária de 6U de altura para montagem encastrada em armários MT ou para painel de 19" (montagem *rack*). Esta secção descreve a caixa e apresenta as suas dimensões.

2.1.1 CAIXA

A TPU S430 é fornecida numa caixa de dimensões do rack 1/2 19" e uma altura de 6U. Apresenta um painel frontal com a interface de utilizador local e um painel traseiro com os conectores para a interface da instalação.



Para aceder ao interior da TPU S430, é necessário proceder à remoção da sua tampa traseira e deverão ser desligados todos os conectores para evitar o risco de choque eléctrico. Este aviso também se aplica à remoção do painel frontal (interface com o utilizador).

Qualquer intervenção no interior da TPU S430 deverá ser efetuada por pessoal técnico credenciado para o efeito.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e causar eventuais danos pessoais e/ ou no equipamento.

A Figura 2.1 e Figura 2.2 apresentam respetivamente o painel frontal e o painel traseiro da TPU S430. Os painéis são descritos genericamente.

Painel Frontal

A Figura 2.1 apresenta o painel frontal da TPU S430. Este painel é fixo ao corpo da TPU S430 através de dez parafusos nas partes laterais, na parte superior e inferior do painel frontal. O painel frontal está coberto por uma película de policarbonato serigrafado, onde está disposta a interface local com o utilizador.



Figura 2.1. Vista frontal da TPU S430.

A interface do utilizador é constituída por um grande ecrã gráfico, 16 alarmes LEDs programáveis, 3 LEDs indicadores do estado de funcionamento da TPU S430 e da LAN, bem como 18 LEDs associados às teclas funcionais.

Existem 6 teclas de navegação, 2 teclas para operação do equipamento, 9 teclas de função para seleção de modos de operação ou outras ações pré-definidas e uma última tecla para reconhecimento de alarmes.

Por último, existe uma porta Ethernet frontal (conector RJ-45) para ser utilizada como Interface de Serviço. Esta interface é dedicada a comunicação com aplicações do Automation Studio a funcionar num PC para configuração, alteração de parametrização, recolha de dados e atualização de *firmware* da TPU S430.

Painel Traseiro

A Figura 2.2 apresenta o painel traseiro da TPU S430. Permite a disposição de conectores traseiros com a identificação respetiva. A Tabela 2.1 descreve brevemente os conectores. A secção 2.4 - Ligações apresenta os pormenores dos conectores.

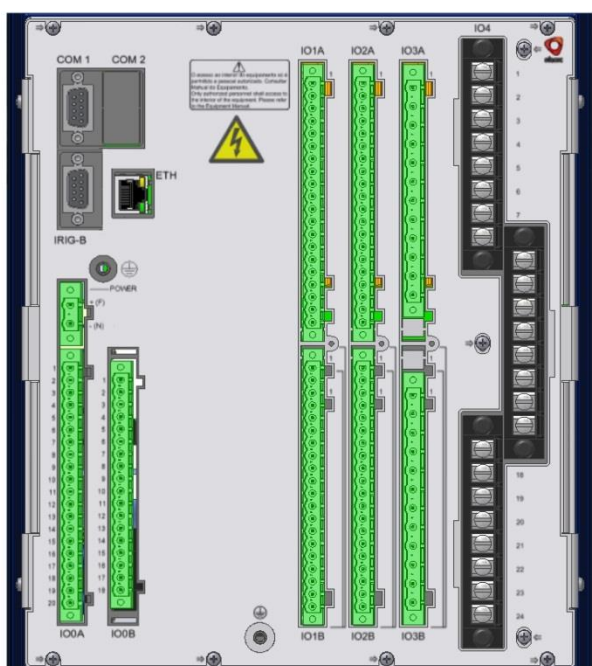


Figura 2.2. Vista traseira da TPU S430.

Tabela 2.1. Descrição de conectores.

Conector	Descrição	Observações
COM1, COM2	Portas série	Ver secção 2.4
ETH1, ETH2	Conector RJ-45 para ligação LAN (par entrançado) Conector MT-RJ para ligação LAN (fibra óptica)	Ver secção 2.4
POWER	Ligação da alimentação	Ver secção 2.4
IO0A, IO0B	Conectores da carta base de I/O digital	Ver secção 2.4
IO1A, IO1B	Entradas analógicas c.a. de corrente e/ ou tensão	Ver secção 2.4
...		
IO3A, IO3B		
IO4A, IO4B	-	Ver secção 2.4
IRIG-B	Entrada para sinal de sincronização IRIG-B desmodulado	Ver secção 2.4

2.1.2 DIMENSÕES

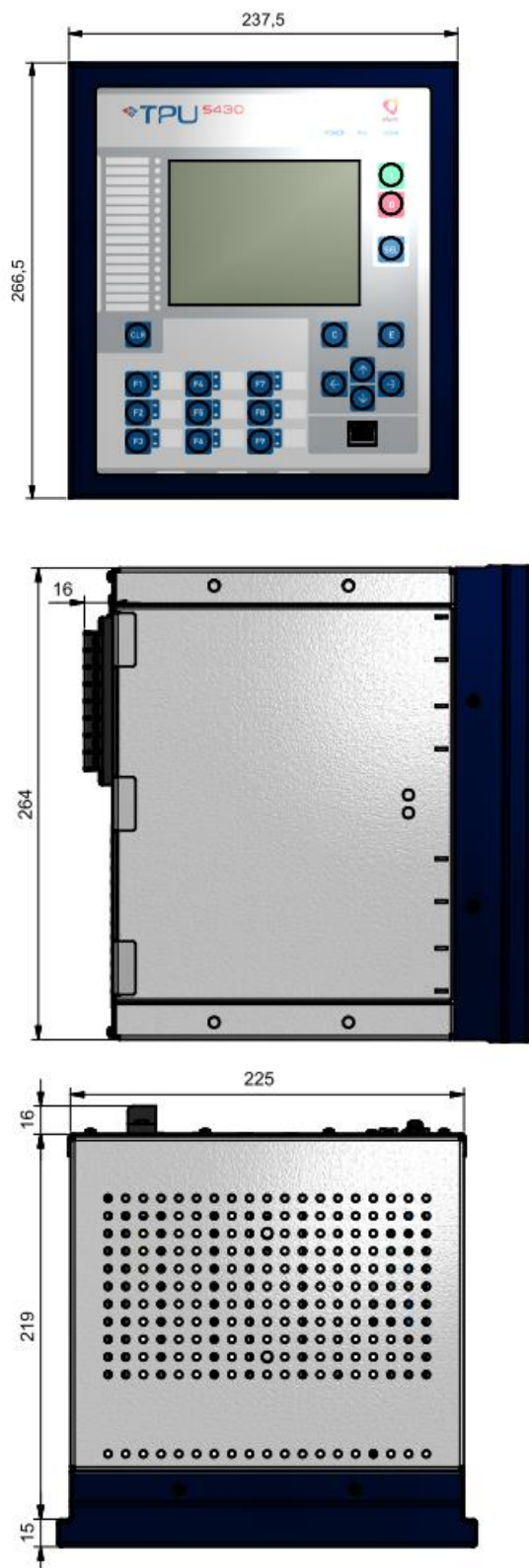


Figura 2.3. Dimensões externas (em mm) da TPU S430.

2.2 DESCRIÇÃO DE HARDWARE

Esta secção descreve o *hardware* que constitui a TPU S430, e apresenta as configurações possíveis em termos de módulos eletrónicos.

2.2.1 DESCRIÇÃO GERAL

A arquitetura da TPU S430 é modular e multiprocessadora, utilizando um processador de 32-bit e um processador digital de sinal de vírgula flutuante, de modo a garantir um desempenho elevado da TPU S430. Um sistema operativo em tempo-real é utilizado para responder aos requisitos temporais necessários para a sua correta operação.

A tecnologia e componentes utilizados permitem ir ao encontro, e até mesmo exceder, os requisitos das normas de compatibilidade eletromagnética. Todos os sinais que fazem a interface com a instalação estão adequadamente isolados dos componentes eletrónicos mais sensíveis e estão fisicamente separados, tal como todas as ligações para a instalação são feitas na parte traseira da unidade, e os sinais internos sensíveis circulam num painel frontal que faz a interligação de todas as cartas e está localizado imediatamente atrás da interface local do utilizador.

2.2.2 DESCRIÇÃO DO MÓDULO

MAP8061 – Carta Front-End

Esta carta suporta a interface local da TPU S430. É associado ao painel frontal e só acessível pela frente. Contém um ecrã gráfico, todos os LEDs, teclas e porta Ethernet frontal. O ecrã gráfico tem uma resolução de 640x480 com retroiluminação a LED.. O tipo de Ethernet é 10/100BASE-TX.

Esta carta só deve ser acedida por razões de manutenção uma vez que não oferece uma configuração acessível.

MAP8100 – Módulo de CPU e I/O de Base

Este módulo desempenha todo o processamento central da TPU S430. Integra um processador dual-core de 32-bit, incluindo um processador digital de sinal (DSP), com memória RAM e FLASH associada para dados de operação, parâmetros, *firmware*, etc.

Oferece até duas portas Ethernet, 10/100BASE-TX ou 100BASE-FX. Fornece conectores tipo MT-RJ ou LC Duplex para fibra ótica ou RJ-45 para par entrançado (UTP ou STP, Cat.5). Também fornece uma entrada de sincronização temporal IRIG-B, que recebe sinais de sincronização desmodulados isolados opticamente.

São fornecidas até duas portas série (COM1, COM2), sendo que COM2 é um módulo Piggy-back opcional. Os meios RS-232, RS-485 e fibra ótica (fibra ótica de plástico de espessura 1mm que suporta distâncias até 45m, ou 62,5µm/125µm de fibra ótica de vidro que suporta distâncias até 1700m) podem ser escolhidos. O tipo de meio por defeito é RS-232.

Este módulo contém também uma fonte de alimentação do tipo comutado que gera tensões de +5V e +12V respetivamente para lógica + parte analógica, e saídas digitais por relé, fornecendo isolamento galvânico e filtro de perturbações externas. Existem diversas opções dependendo da gama de tensão de alimentação.

Este módulo contém até 8 entradas independentes, entradas digitais opticamente isoladas, e até 8 saídas digitais (até duas saídas digitais do tipo *changeover*) para além de uma saída de Watchdog dedicada. A tensão de alimentação de entradas digitais é configurável pelo utilizador. Estas opções estão explicadas detalhadamente na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

Todas as entradas e saídas são isoladas galvanicamente entre si, o que permite todo o tipo de cablagem. Dispõe de elevada imunidade contra perturbações externas assegurado pelo isolamento ótico e supressão de transitórios de entradas digitais, e pelo comando dos relés das saídas por intermédio de acopladores óticos, e utilização de uma alimentação separada.

O seu acesso é possível depois de remover a tampa traseira da TPU S430.

MAP8020 - Módulo de Expansão – 16 Entradas Digitais

Este módulo contém 16 entradas digitais independentes isoladas opticamente. A tensão de alimentação das entradas digitais é configurável pelo utilizador. Estas opções são explicadas em detalhe na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

O acesso a esta carta só é possível depois de remover o painel traseiro da TPU S430.

MAP8021 - Módulo de Expansão – 32 Entradas Digitais

Este módulo contém 32 entradas digitais isoladas opticamente, dispostas em quatro grupos de 8 entradas, cada grupo com um retorno comum. A tensão de alimentação das entradas digitais é configurável pelo utilizador. Estas opções são detalhadas na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

O acesso a esta carta só é possível depois de remover o painel traseiro da TPU S430.

MAP8030 - Módulo de Expansão – 8 Entradas Digitais e 8 Saídas Digitais

Este módulo contém 8 entradas digitais isoladas opticamente, e 8 saídas digitais de relé, sendo que quatro são do tipo changeover. A tensão de alimentação de entradas digitais é configurável pelo utilizador. Estas opções são detalhadas na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

O acesso a esta carta só é possível depois de remover o painel traseiro da TPU S430.

MAP8031 - Módulo de Expansão – 16 Entradas Digitais e 8 Saídas Digitais

Este módulo contém 16 entradas digitais isoladas opticamente, num grupo com retorno comum, e 8 saídas digitais, sendo que quatro são do tipo changeover. A tensão de alimentação é configurável pelo utilizador. Estas opções são detalhadas na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

O acesso a esta carta só é possível depois de remover o painel traseiro da TPU S430.

MAP8051 - Módulo de Expansão – 16 Saídas Digitais

Este módulo contém 16 saídas digitais do relé, sendo que quatro são do tipo changeover.

O acesso a esta carta só é possível depois de remover o painel traseiro da TPU S430.

Tabela 2.2. Tipos de módulos de expansão de digital.

Opção	Tipo de carta	Número de entradas digitais	Número de saídas digitais
A	MAP8020	16	-
B	MAP8021	32	-
C	MAP8030	8	8
D	MAP8031	16	8
E	MAP8051	-	16

MAP8081 - Módulo de Expansão – 8 Entradas Analógicas c.c.

Este módulo contém 8 entradas analógicas c.c. independentes. Existem várias opções de corrente nominal e/ou tensão nominal das entradas, dependendo da sua aplicação. Cada entrada pode ser programada independentemente como entradas de tensão ou corrente, incluindo diferentes valores nominais. Estas opções são detalhadas na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

Este módulo contém isolamento, filtro analógico e conversão A/D de elevada resolução, assim como processador dedicado para controlar o módulo. Foi especialmente desenhado de modo a garantir um grau de rejeição muito alto na frequência do sistema de energia (50 e 60 Hz).

O acesso a esta carta só é possível depois de remover o painel traseiro da TPU S430.

MAP8082 - Módulo de Expansão – 12 Entradas Analógicas c.a.

Este módulo contém 12 entradas analógicas c.a. em que as primeiras seis entradas são entradas de corrente (preparada para ligação de TI externo) ao passo que as últimas são entradas de tensão (preparada para ligação de TI externo). Existem diferentes opções de corrente nominal e/ ou tensão nominal das entradas, dependendo da aplicação. Estas opções são detalhadas na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

Este módulo contém os transformadores auxiliares de corrente e/ ou tensão, filtro analógico e conversão A/D de elevada resolução.

Tabela 2.3. Opções de cartas de expansão analógicas.

Opção	Entradas Analógicas	Descrição
O	6 I + 6 U	6 entradas de corrente analógica c.a. + 6 entradas de tensão analógica c.a.
P	5 I + 1 I sensível + 6 U	6 entradas de corrente analógica c.a. (uma delas sensível) + 6 entradas de tensão analógica c.a.

MAP8180 - Módulo de Expansão – 8 Entradas Analógicas c.a.

Este módulo contém 8 entradas analógicas c.a. em que as primeiras quatro entradas são entradas de corrente (preparadas para ligação a TI externo) ao passo que as últimas são entradas de tensão (preparadas para ligação a TT externo). Existem também várias opções de corrente nominal e/ ou tensão nominal das entradas, dependendo da aplicação. Estas opções são detalhadas na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

Este módulo contém transformadores auxiliares de corrente e/ ou tensão, filtro analógico e conversão A/D de elevada resolução.

Tabela 2.4. Opções da carta de expansão de entradas analógicas.

Opção	Entradas analógicas	Descrição
Q	4 I + 6 U	4 entradas analógicas de corrente c.a. + 4 entradas de tensão analógica c.a.
R	3 I + 1 I sensível + 4 U	4 entradas analógicas de corrente c.a. (uma delas é sensível) + 4 a.c. entradas de tensão analógicas



Os módulos de expansão devem ser corretamente configurados de modo a funcionarem sem problemas. A configuração incorreta, para além de causar mau funcionamento da TPU S430, pode causar danos permanentes nas cartas de expansão e/ ou carta de processamento.



Qualquer intervenção no interior da TPU S430 deverá ser levado a cabo por pessoal técnico autorizado. O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e causar eventuais danos pessoais e/ ou no equipamento.

2.2.3 CONFIGURAÇÃO DA TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO E I/O



Certifique-se que são escolhidas as opções corretas das tensões de trabalho da alimentação e das entradas digitais. A escolha incorreta pode causar mau funcionamento e até danos na TPU S430. O mesmo se aplica aos valores nominais das entradas de tensão e de corrente c.a.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e causar eventuais danos pessoais e/ ou no equipamento.



A parte traseira da TPU S430 contém uma cópia da forma de encomenda na etiqueta com o símbolo da marcação CE..

Gamas de Tensão de Alimentação

A Tabela 2.5 apresenta três opções para as gamas de operação da alimentação.

Tabela 2.5. Gamas das tensões de trabalho para a fonte de alimentação.

Tensões nominais	Gamas de operação	Consumo
24 / 48 / 60 V c.c.	c.c.: 19 – 72 V	< 20 W (c.c.) / < 40 VA (c.a.)
48 / 60 / 110 / 125 / 220 / 250 V c.c.	c.c.: 38 – 350 V	
115 / 230 V c.a.	c.a.: 60 – 265 V	

Tensões de Alimentação de Entradas Digitais

Existem quatro opções para a gama de tensões de trabalho das entradas digitais, de forma a adaptar os limiares de operação destas à tensão de alimentação utilizada. A tensão de trabalho deve ser escolhida em função da tensão nominal, de modo a garantir um limiar de operação suficientemente elevado para evitar atuações intempestivas das entradas. As gamas e os limiares de operação encontram-se na Tabela 2.6.



As entradas digitais só funcionarão corretamente se lhes for aplicada uma tensão contínua. Assegure-se também que a polaridade das mesmas é a correta, caso contrário estas não funcionarão corretamente.

Tabela 2.6. Tensões nominais e gamas de operação das entradas digitais (Base e Expansão).

Tensões Nominais	Limiar de Tensão	Tensão máxima permitida	Consumo
24 V c.c.	$V_{LOW} \leq 8 \text{ V c.c.}$ $V_{HIGH} \geq 20 \text{ V c.c.}$	300 V c.c.	< 0.05 W (1,5 mA @ 24 V c.c.)
48/60V c.c.	$V_{LOW} \leq 26 \text{ V c.c.}$ $V_{HIGH} \geq 38 \text{ V c.c.}$		< 0.1 W (1,5 mA @ 48 V c.c.)
110/125 V c.c.	$V_{LOW} \leq 66 \text{ V c.c.}$ $V_{HIGH} \geq 85 \text{ V c.c.}$		< 0.2 W (1,5 mA @ 125 V c.c.)
220/250 V c.c.	$V_{LOW} \leq 132 \text{ V c.c.}$ $V_{HIGH} \geq 170 \text{ V c.c.}$		< 0.4 W (1,5 mA @ 250 V c.c.)

Configuração das Entradas Analógicas c.c.

As entradas c.c. de tensão e de corrente analógicas têm três diferentes escalas de hardware. Existem quatro ligações de cabo por cada entradas, três para escalas de hardware diferentes e um ponto comum. As ligações por cabo definem a escala de hardware a ser usada.

Cada escala de hardware suporta múltiplas gamas de operação, de acordo com Tabela 2.7. A gama de operação exata para cada entrada pode ser definida por configuração de software. O fator multiplicador adequado é o circuito de aquisição será automaticamente ajustado de modo a garantir a precisão definida adequada.

Tabela 2.7. Escalas de entradas analógicas c.c.

Escala	Gamas de operação	Limite térmico
Tensão (alta)	$\pm 150V$; $\pm 300V$	360 V em contínuo 420 V durante 1 s
Tensão (baixa)	$\pm 1V$; $\pm 5V$; $\pm 10V$	20 V em contínuo 50 V durante 1 s
Corrente	$\pm 1mA$; $\pm 5mA$; $\pm 10mA$; $\pm 20mA$ / 0 .. 1 mA / 0 .. 5 mA / 0 .. 10 mA / 0 .. 20mA / 4.. 20mA	0,1 A em contínuo 0,5 A durante 1

Configuração das Entradas Analógicas c.a.

O valor nominal das entradas de corrente e de tensão c.a. são configuradas pelo utilizador através de configuração. A configuração deverá estar de acordo com o TI e TT externos à TPU S430.

A Tabela 2.8 mostra as diferentes opções e dados técnicos para entradas de corrente c.a.



Pode ser escolhida uma opção extra sensível para a quarta (carta de 8 entradas analógicas c.a.) ou sexta (carta de entradas analógicas c.a.) entrada de corrente durante a compra. Esta opção permite sensibilidade aumentada para medidas de corrente de neutro e pode ser utilizada para deteção de defeitos fase-terra de elevada resistência.

Tabela 2.8. Valores nominais e gamas de operação de entradas de corrente c.a..

Opção	Valor nominal	Gamas de operação	Limite térmico	Consumo
Standard	$I_r = 1 A$	$[0.05 \dots 50.0] \times I_r$	500 A durante 1 s 150 A durante 10 s 20 A em contínuo	$< 0,05 VA @ I_r = 1 A$
	$I_r = 5 A$			$< 0,15 VA @ I_r = 5 A$
Sensível	$I_r = 1 A$	$[0.005 \dots 5,0] \times I_r$	250 A durante 1 s 10 A em contínuo	$< 0,05 VA @ I_r = 1 A$
	$I_r = 5 A$			$< 0,25 VA @ I_r = 5 A$

A Tabela 2.9 indica as diferentes opções e dados técnicos para entradas de tensão c.a.. A escolha entre valor nominal da entrada é ajustada por parâmetro.

Tabela 2.9. Valores nominais e gamas de operação das entradas de tensão c.a.

Opção	Valor nominal	Gamas de operação	Limite térmico	Consumo
Standard	$U_r = 100/3, 110/3, 115/3$ ou $120/3$ V (residual)	[0,25 .. 220.0] V _{rms}	500 V durante 1 s 460 V em contínuo	< 0,05 VA @ U_r
	$U_r = 100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}, 115/\sqrt{3}$ ou $120/\sqrt{3}$ V (fase-terra)			
	$U_r = 100, 110, 115$ ou 120 V (fase-fase)			
Gama alargada	$U_r = 100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}, 115/\sqrt{3}$ ou $120/\sqrt{3}$ V (residual)	[0,50 .. 440.0] V _{rms}	500 V durante 1 s 460 V em contínuo	< 0,25 VA @ U_r
	$U_r = 100, 110, 115, 120$ V ou 230 V (fase-terra)			
	$U_r = 100 \times \sqrt{3}, 110 \times \sqrt{3}, 115 \times \sqrt{3}, 120 \times \sqrt{3}$ V ou 400 V (fase-fase)			

2.3 MONTAGEM

Nesta secção faz-se a descrição das opções disponíveis para montagem da TPU S430. Pode ser instalada em painel ou armário tipo rack de 19", ou diretamente montada em equipamentos de MT. Seguidamente são fornecidas instruções e informação relevante para cada tipo de montagem, que deverá ser de forma permanente, interna e em local seco.

A Figura 2.4 indica o procedimento de montagem da TPU S430 em painel ou armário rack de 19".

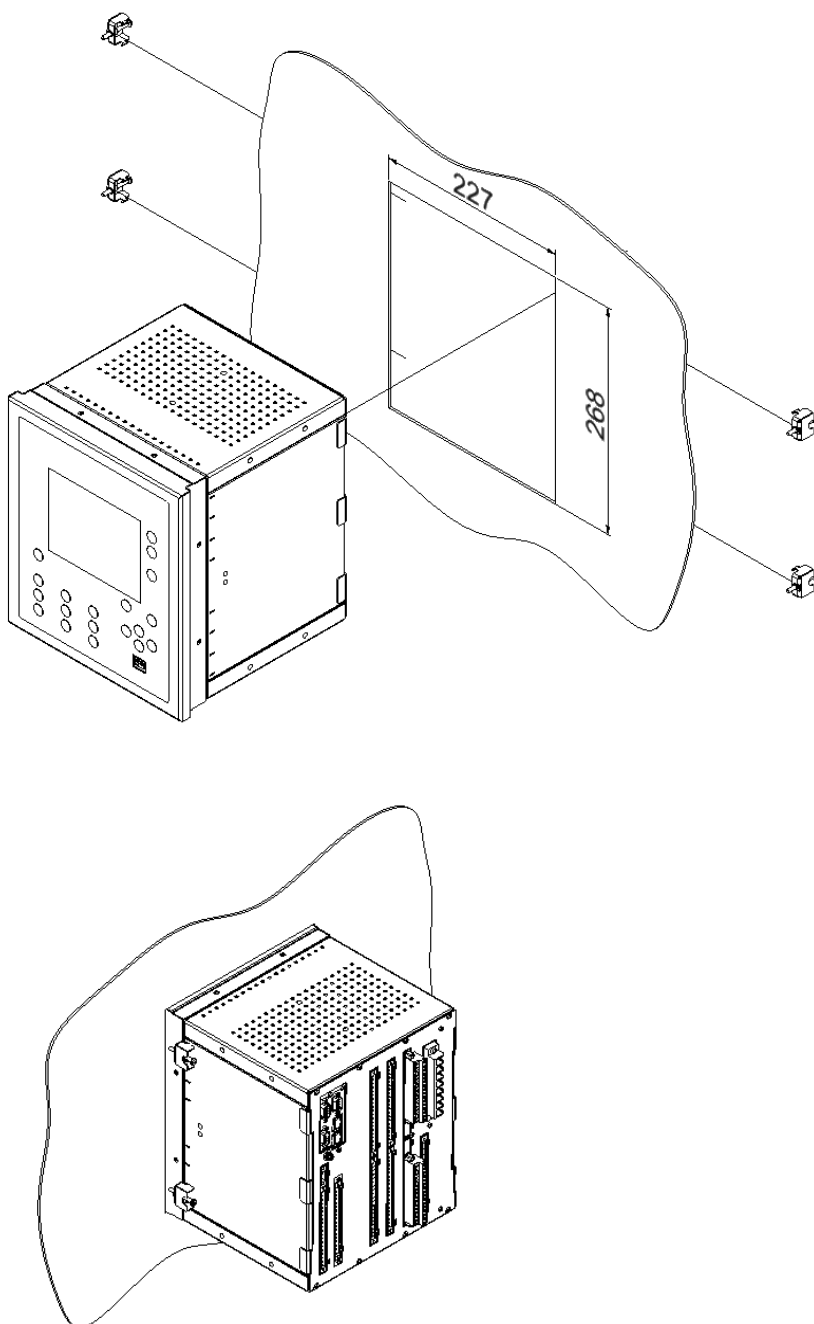


Figura 2.4. Procedimento de montagem da TPU S430.

2.4 LIGAÇÕES



As tensões nas ligações da TPU S430 são suficientemente elevadas para apresentar um elevado risco de choque elétrico. Assim, devem ser tomadas medidas para evitar situações que possam colocar em perigo a integridade física do pessoal técnico.

O pessoal técnico deverá dispor de formação adequada na área e conhecer todas as boas práticas no que respeita ao manuseamento de equipamento deste tipo. Deverá ter-se em consideração o seguinte:

- ◆ A ligação da terra de proteção deverá ser a primeira a ser efetuada, e de uma forma sólida, antes de se efetuar qualquer outra ligação;
- ◆ Qualquer ligação é suscetível de veicular tensões perigosas;
- ◆ Mesmo com a alimentação da unidade desligada, é possível a presença de tensões perigosas na instalação.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e eventuais danos pessoais e/ ou no equipamento.

A Figura 2.5 e Figura 2.6 mostram os conectores na parte traseira da TPU S430.

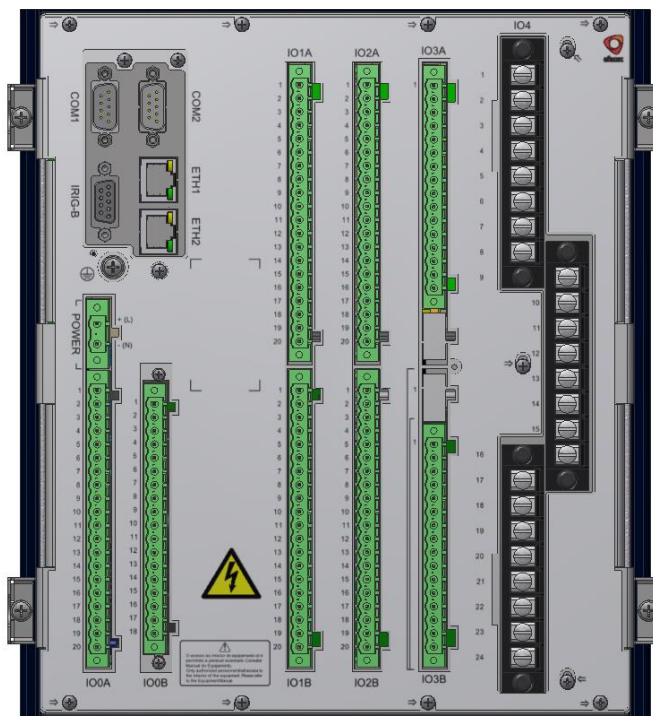


Figura 2.5. Conectores da parte traseira da TPU S430 (caixa com carta de 12 entradas analógicas c.a.).

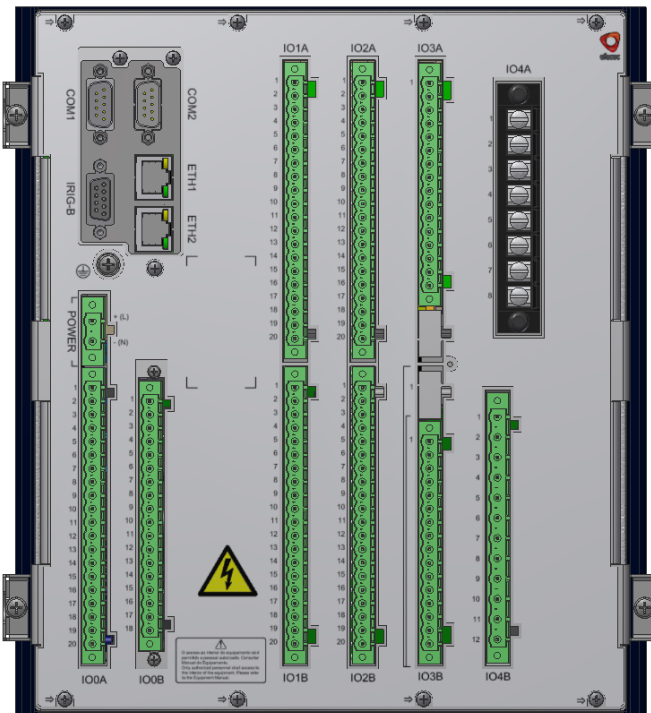


Figura 2.6. Conectores da parte traseira da TPU S430 (caixa com carta de 8 entradas analógicas c.a.).

2.4.1 DESCRIÇÃO DOS CONECTORES

A tabela seguinte lista todos os conectores externos fornecidos com o equipamento:

Conector para fonte de alimentação



Conector tipo Phoenix Front-GMSTB 2,5/2-STF-7,62 (1805987) (2 contactos). Aceita condutores de 0,2 mm² a 2,5 mm² de secção. O aperto efetua-se por parafuso, com o auxílio de uma chave de fenda de dimensão 0,6 x 3,5 mm. Binário de aperto: 0,5 – 0,6 Nm.

Conector para Entradas Digitais e Saídas digitais standard (excepto IO0B)



Conector tipo Phoenix Front-MSTB 2.5/20-STF-5.08 (1777976), 20 contactos. Aceita condutores de 0.2 mm² a 2.5 mm² de secção. O aperto efetua-se por parafuso, com o auxílio de uma chave de fenda de dimensão 0.6 x 3.5 mm. Binário de aperto: 0.5 – 0.6 Nm.

Conector para Entradas Digitais e Saídas Digitais standard (IO0B)



Conector tipo Phoenix Front-MSTB 2.5/18-STF-5.08 (1778140), 18 contactos. Aceita condutores de 0.2 mm² a 2.5 mm² de secção. O aperto efetua-se por parafuso, com o auxílio de uma chave de fenda de dimensão 0.6 x 3.5 mm. Binário de aperto: 0.5 – 0.6 Nm.

Conector para Entradas Analógicas c.c.



Conector tipo Phoenix Front-MSTB 2.5/16-STF-5.08 (1777934), 16 contactos. Aceita condutores de 0.2 mm² a 2.5 mm². O aperto efetua-se por parafuso, com o auxílio de uma chave de fenda de dimensão 0.6 x 3,5 mm. Binário de aperto: 0.5 – 0.6 Nm.

Conector para Entradas de Tensão c.a. (Caixa IO4B com carta 8 entradas analógicas c.a.)



Conector tipo Phoenix Front-GMSTB 2.5/12-STF-7.62 (1806106), 12 contactos. Aceita condutores de 0.2 mm² a 2.5 mm². A ligação é feita por parafuso com o auxílio de uma chave de fenda de dimensão 0.6 x 3.5 mm. Binário de aperto: 0.5 – 0.6 Nm.

Terminal para ligação de entradas analógicas c.a.



Conector tipo Terminal Barrier, 8 contactos. Aceita terminais do tipo anel M3.5 ou M4 (máx. 8 mm diâmetro externo) para condutores com secções de 1.5 a 4.0 mm². A ligação é feita por chave de fendas DIN 5.5 x 1.0 ou PZ2. Binário de aperto: 0.8 – 1.0 Nm.

Terminal para ligação da terra proteção



Terminal de aperto por parafuso, M4, para ligação da Terra de Proteção. Esta ligação é essencial para o correcto funcionamento da TPU S430. Por questões de segurança esta ligação deverá ser sólida.

2.4.2 DIAGRAMAS DE LIGAÇÃO

Desta primeira figura à Figura 2.15 são apresentados os diagramas de ligação da TPU S430.

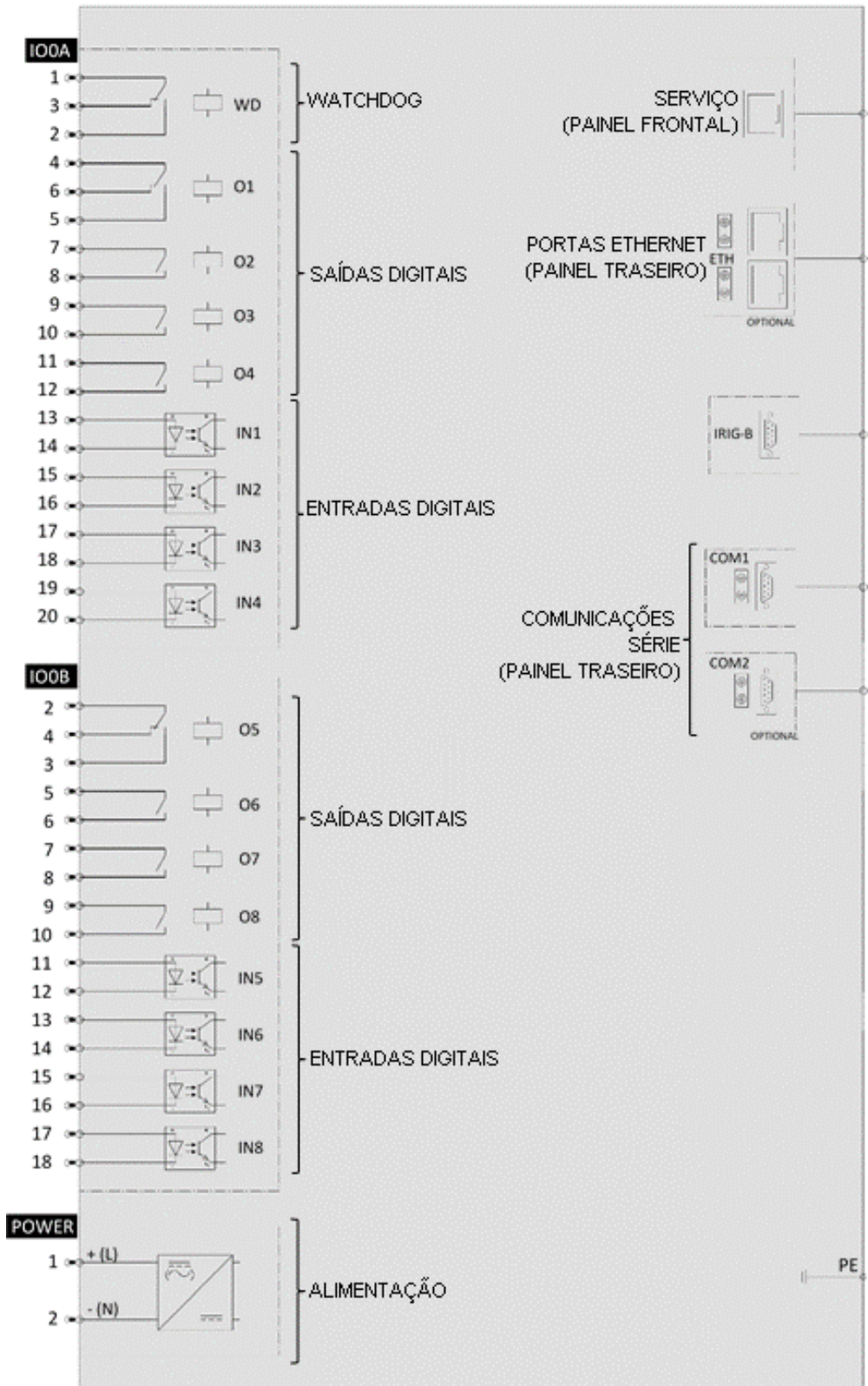


Figura 2.7. Diagrama de ligações base.

Diagrama de Ligações, Módulo de Expansão (MAP8020)



Figura 2.8. Diagrama de ligações do módulo de expansão da MAP8020.

Diagrama de Ligações, Módulo de Expansão (MAP8021)

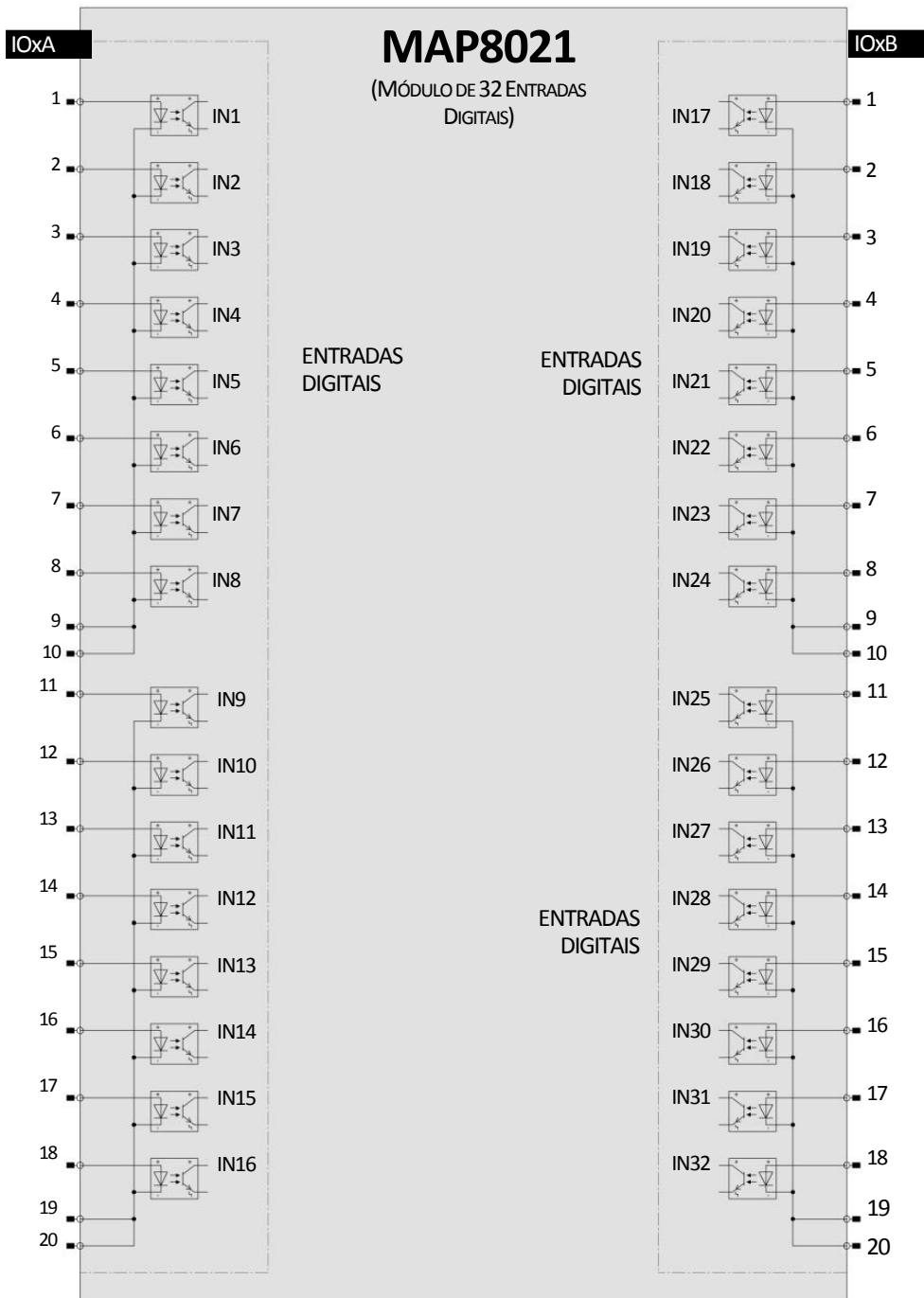


Figura 2.9. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8021.

Diagrama de Ligações, Módulo de Expansão (MAP8030)



Figura 2.10. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8030.

Diagrama de Ligações, Módulo de Expansão (MAP8031)

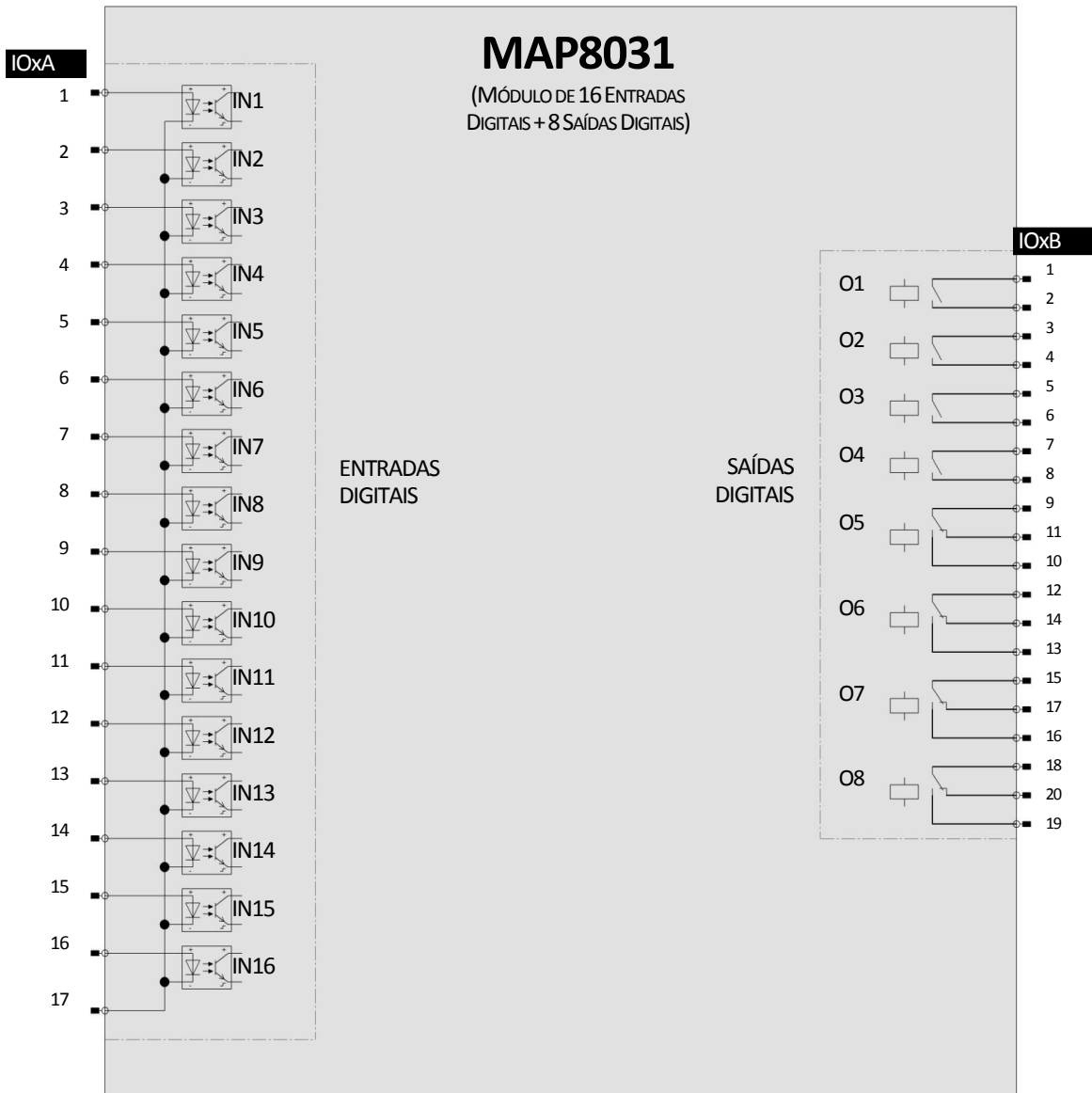


Figura 2.11. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8031.

Diagrama de Ligações, Módulo de Expansão (MAP8050)

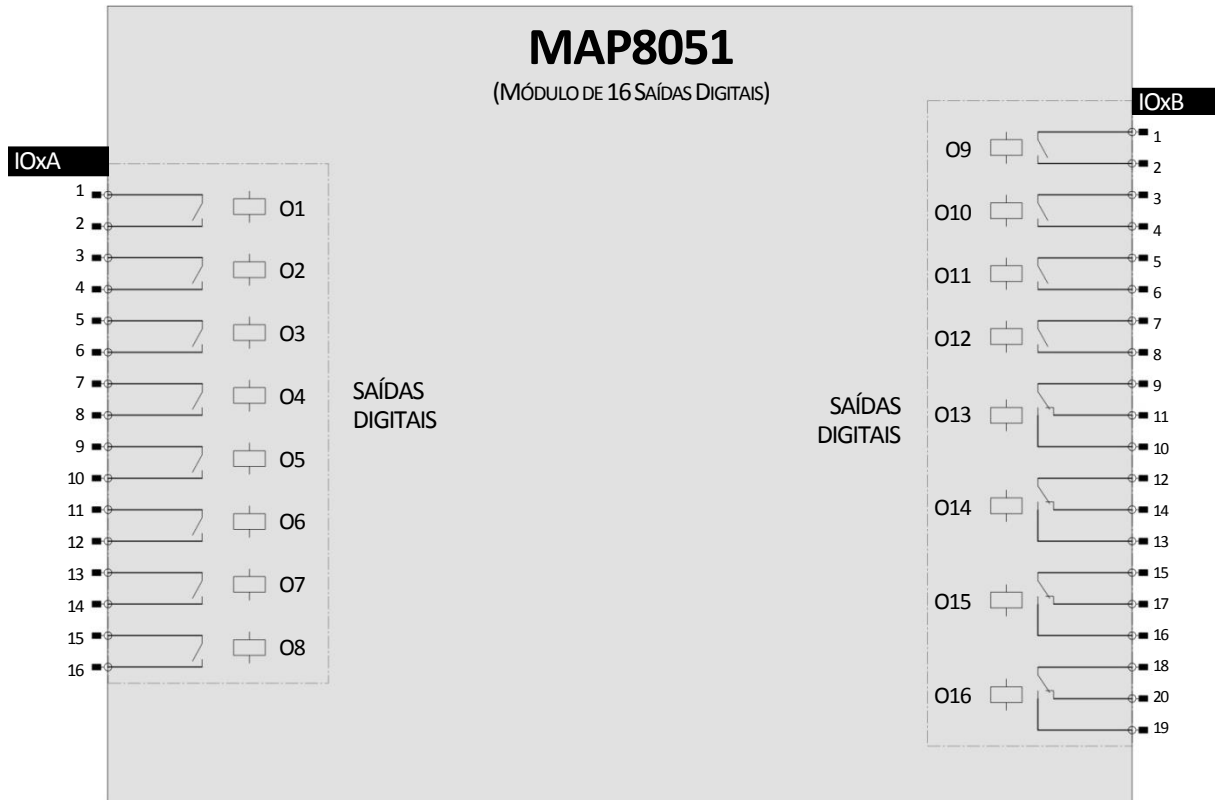


Figura 2.12. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8051.

Diagrama de Ligações, Módulo de Expansão (MAP8081)

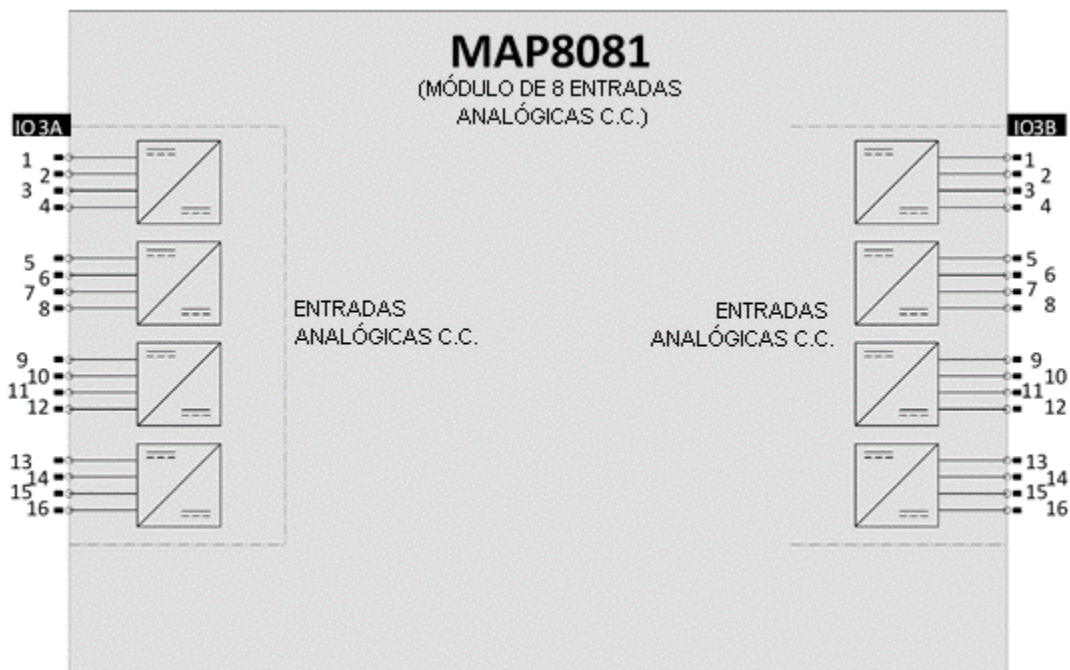


Figura 2.13. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8081.

Diagrama de Ligações, Módulo de Expansão(MAP8082)



Figura 2.14. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8082.

Diagrama de Ligações, Módulo de Expansão (MAP8180)

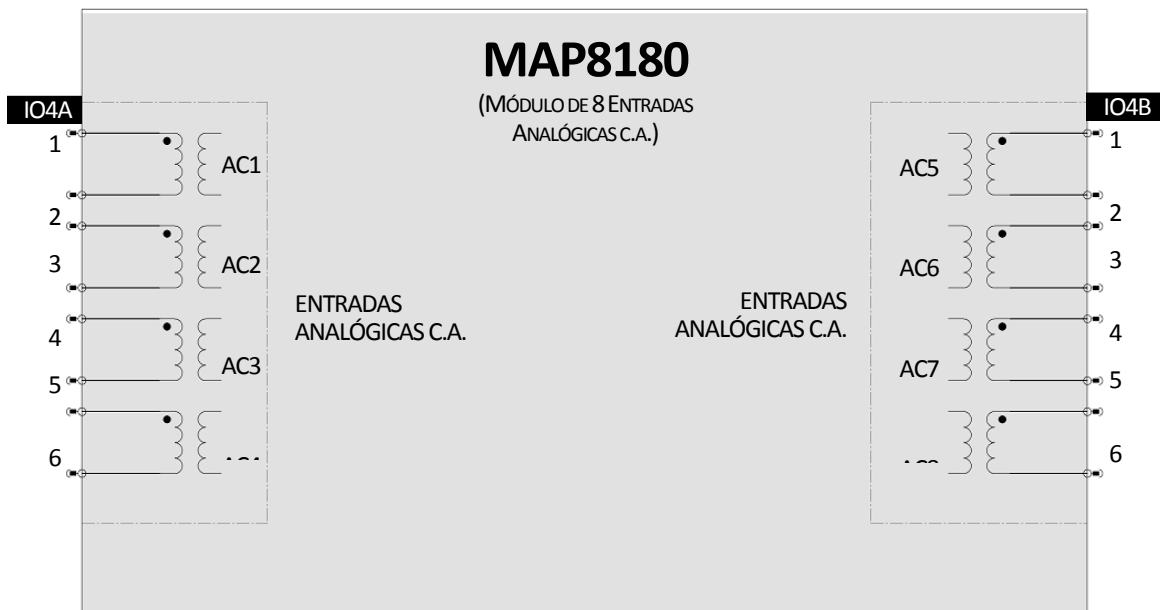


Figura 2.15. Diagrama de ligações, módulo de expansão MAP8180.

2.4.1 LIGAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO



De acordo com os regulamentos de segurança, deverá ser instalado um dispositivo apropriado que permita ligar e desligar a alimentação (principal e auxiliar) que deverá cortar ambos os polos simultaneamente.

Deverá também ser instalado um dispositivo de proteção contra sobre-intensidades em ambos os polos da alimentação (principal e auxiliar), para além de um dispositivo de proteção contra defeitos à terra dado que os dois polos de entradas são protegidos por fusíveis.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.



A terra de proteção deverá ser ligada diretamente ao sistema de terras, utilizando o menor percurso que seja praticável. Encontra-se identificada pelo símbolo:



Deverá ser utilizado um condutor com uma secção mínima de 4 mm². Preferencialmente deverá ser utilizada trança de cobre.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.

Depois de efetuada a ligação da terra de proteção utilizando um condutor com uma secção mínima de 4 mm², que deverá ser a primeira ligação a efetuar, deverão ser efetuadas as restantes ligações de terra. Consultar os diagramas de ligação relevantes para detalhes, bem como a Figura 2.16. Estas ligações deverão ser efetuadas com condutor de 1,5 mm² de secção.

Os dois polos da alimentação, depois de passarem pelo dispositivo de proteção contra sobreintensidades e pelo dispositivo de corte, deverão ser ligados aos terminais respetivos do conector POWER, tendo em atenção a polaridade. Ambos os polos são flutuantes em relação à terra, possuindo isolamento galvânico completo

A tensão de alimentação deve estar dentro da gama aceitável para a versão em questão – consultar o painel traseiro da TPU S430. A utilização incorreta de tensão de alimentação pode causar mau funcionamento e/ou danos na unidade.

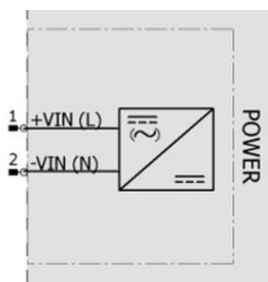


Figura 2.16. Ligações da alimentação da TPU S430.

2.4.2 LIGAÇÕES DE CORRENTE E TENSÃO



Os circuitos secundários dos transformadores de corrente devem ser curto-circuitados antes de ligar ou desligar os respetivos terminais na TPU S430! Se existirem bornes de ensaio que automaticamente curto-circuitem os circuitos secundários dos transformadores de corrente, poderão ser colocados em posição de teste, desde que o seu correto funcionamento tenha sido previamente verificado.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.



É imperativo verificar os valores nominais das entradas de corrente c.a. antes de iniciar o funcionamento. Valores nominais incorretos podem acarretar o funcionamento incorreto da unidade, e/ou danos na mesma.

Deverão também ser verificados os valores de capacidade térmica admissíveis para cada um dos valores nominais das entradas, tanto para valores em permanência, como para valores de curta duração. Sujeitar as entradas analógicas a valores superiores aos indicados ocasionará danos permanentes nas mesmas.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.

Ligações Típicas para Entradas de Corrente c.a.

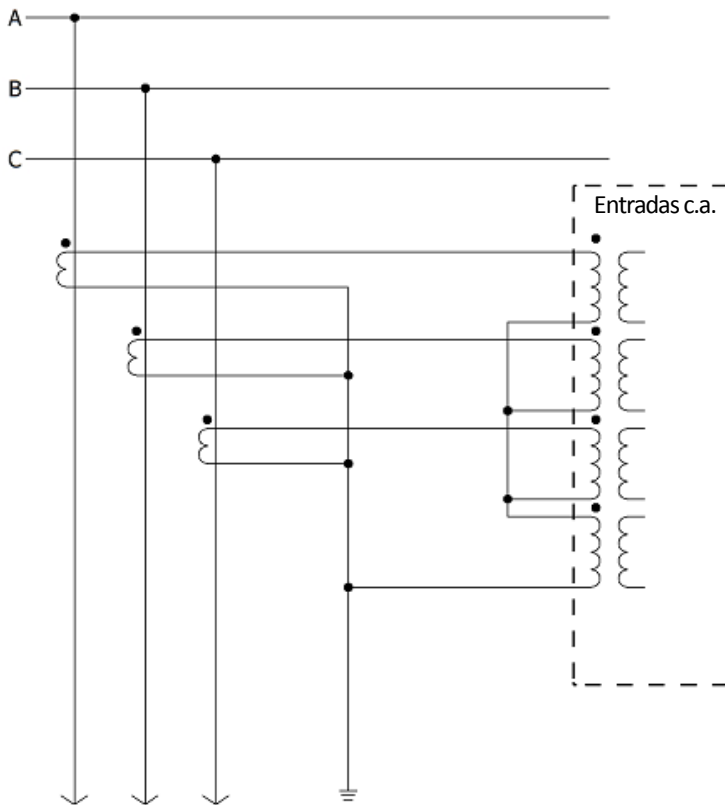


Figura 2.17. Primeiro exemplo de ligação das entradas de corrente.

A Figura 2.17 apresenta a ligação das entradas de corrente de fase e terra, com corrente residual obtida através das correntes de fase por circuito Holmgreen externo. Este tipo de ligação é comum para sistemas ligados à terra de baixa impedância.

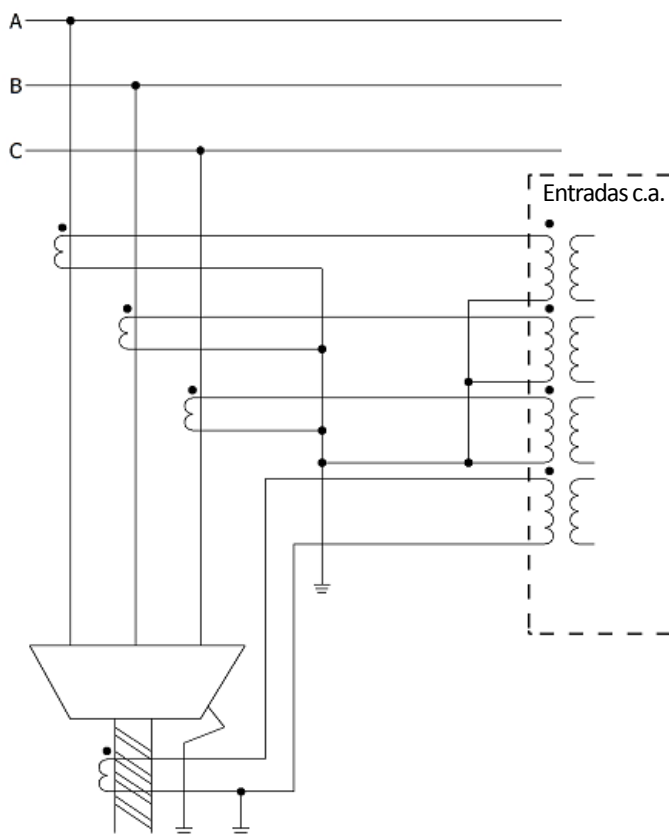


Figura 2.18. Segundo exemplo de ligações de entradas de corrente.

A Figura 2.18 apresenta a ligação das entradas de corrente de fase e terra, quando é disponibilizado um transformador de corrente de neutro independente para medição de corrente de terra. Este tipo de ligação é normalmente necessário para o caso de redes isoladas ou compensadas e para detecção sensível de defeitos à terra.

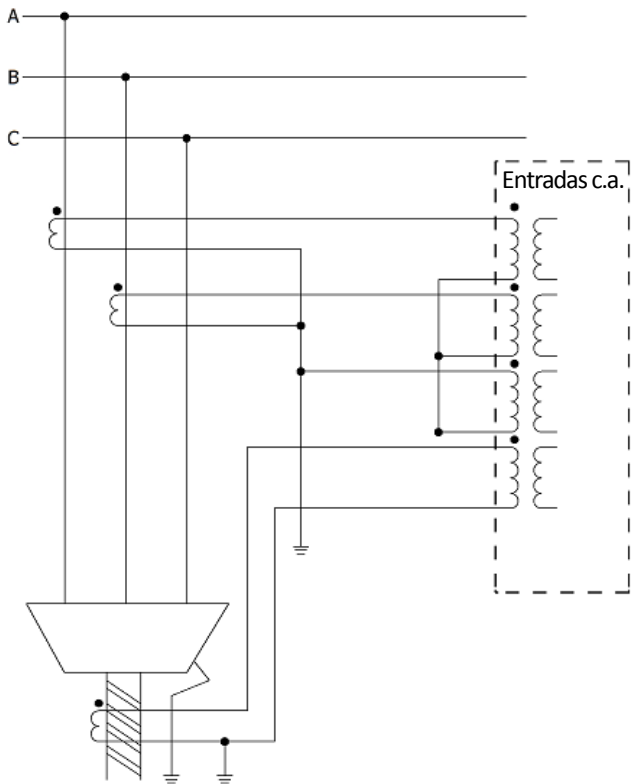


Figura 2.19. Terceiro exemplo de ligações de entradas de corrente.

A Figura 2.19 apresenta a ligação das entradas de corrente de fase e terra, com transformador de corrente e apenas duas fases. É necessário um transformador de corrente de neutro independente para medição de corrente de terra. Opcionalmente, a terceira corrente de fase pode ser obtida a partir dos outros dois por circuito externo.

Ligações Típicas para Entradas de Tensão c.a.

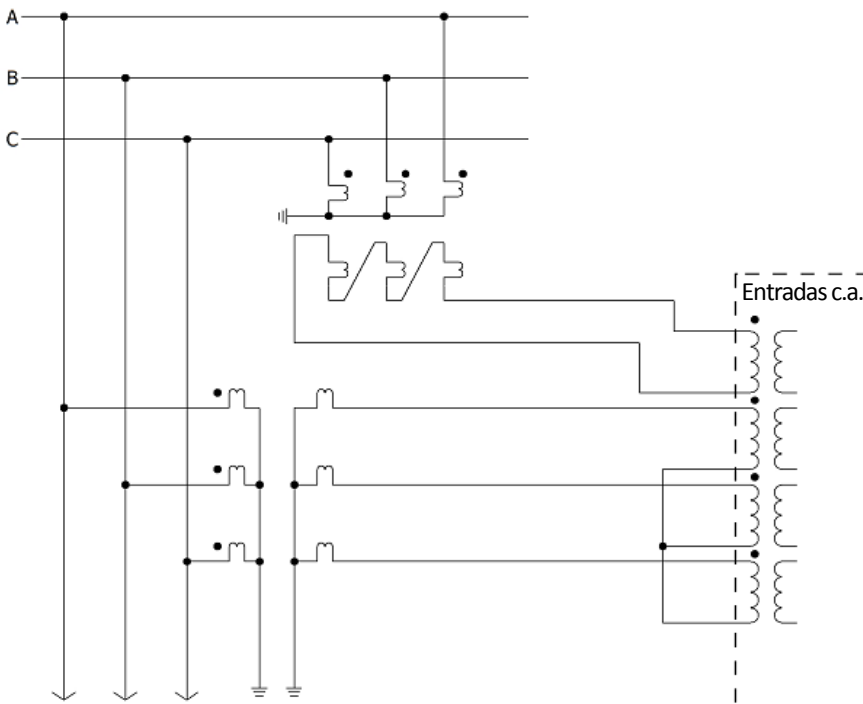


Figura 2.20. Primeiro exemplo de ligações de entradas de tensão.

A Figura 2.20 apresenta a ligação de três transformadores de tensão fase-terra, com um enrolamento independente ligado em triângulo para medição de tensão residual. A quarta entrada de tensão pode oferecer polarização para proteção contra defeitos à terra direcional.

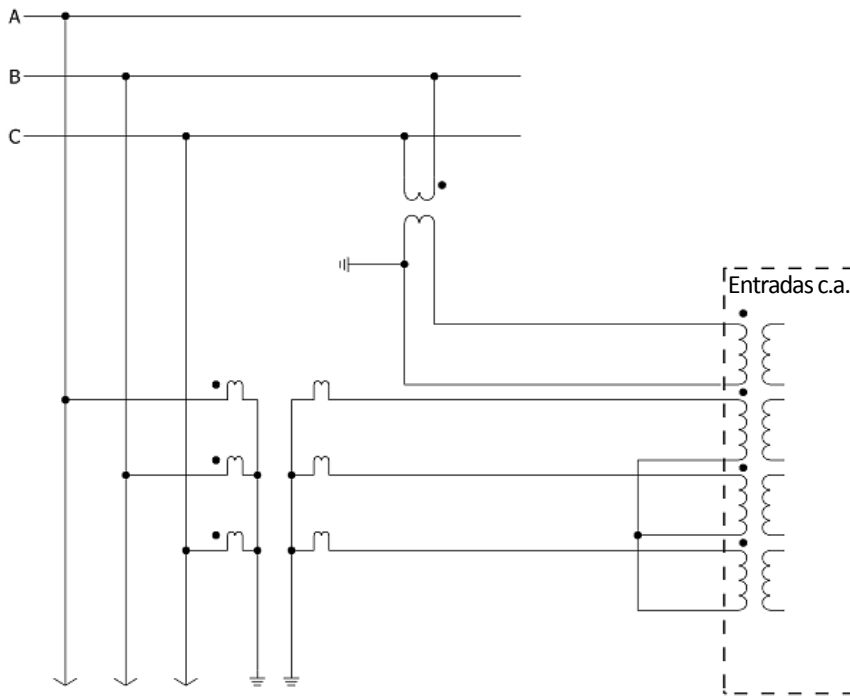


Figura 2.21. Segundo exemplo de ligações das entradas de tensão.

A Figura 2.21 apresenta a ligação de três transformadores de tensão fase-terra e uma entrada de tensão fase-fase adicional para medida de tensão no barramento. A quarta entrada de tensão é necessária para aplicações de verificação de sincronismo. A polarização para proteção contra defeitos à terra direcional pode ser obtida a partir da soma interna de tensões fase-terra.

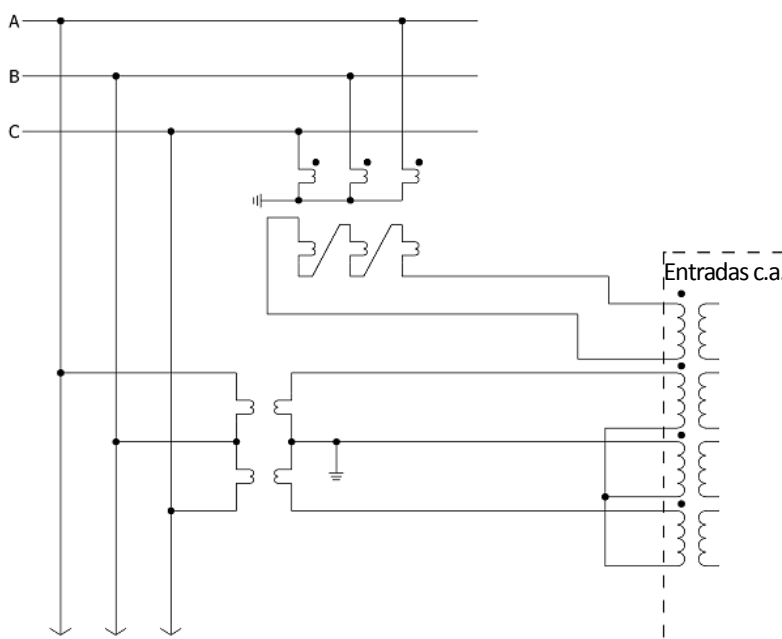


Figura 2.22. Terceiro exemplo de ligações de entradas de tensão.

A Figura 2.22 apresenta uma ligação de tensão alternativa, com três tensões fase-terra obtidas a partir de transformadores de tensão fase-fase (circuito Aron). Um enrolamento independente em triângulo aberto é necessário para medição de tensão residual.

Tabela 2.10. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8082.

IO 4A			IO 4B		
1	Entrada c.a. 1	IN1A	13	Entrada c.a. 7	IN7A
2		IN1B	14		IN7B
3	Entrada c.a. 2	IN2A	15	Entrada c.a. 8	IN8A
4		IN2B	16		IN8B
5	Entrada c.a. 3	IN3A	17	Entrada c.a. 9	IN9A
6		IN3B	18		IN9B
7	Entrada c.a. 4	IN4A	19	Entrada c.a. 10	IN10A
8		IN4B	20		IN10B
9	Entrada c.a. 5	IN5A	21	Entrada c.a. 11	IN11A
10		IN5B	22		IN11B
11	Entrada c.a. 6	IN6A	23	Entrada c.a. 12	IN12A
12		IN6B	24		IN12B

Tabela 2.11. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8180.

IO4A			IO4B		
1	Entrada c.a. 1	IN1A	1	Entrada c.a. 5	IN5A
2		IN1B	2		IN5B
3	Entrada c.a. 2	IN2A	3	Entrada c.a. 6	IN6A
4		IN2B	4		IN6B
5	Entrada c.a. 3	IN3A	5	Entrada c.a. 7	IN7A
6		IN3B	6		IN7B
7	Entrada c.a. 4	IN4A	7	Entrada c.a. 8	IN8A
8		IN4B	8		IN8B

2.4.3 LIGAÇÕES DE ENTRADAS E SAÍDAS DIGITAIS



É necessário assegurar a polaridade correta das entradas digitais, caso contrário, elas não funcionarão. Verificar também que a opção para tensão operacional e modo de operação definido está de acordo com a tensão de controlo utilizada.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e eventuais danos pessoais e/ ou no equipamento.

A TPU S430 possui entradas digitais que podem variar em número consoante a configuração escolhida em termos de cartas de expansão de entradas/saídas digitais. As entradas possuem elevado isolamento galvânico, sendo completamente independentes entre si. É também necessário garantir que a sua tensão de trabalho (e respetiva gama de operação) estão de acordo com a tensão de controlo utilizada. Ver a Tabela 2.6 e a subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

As saídas digitais podem variar em número (além da saída dedicada ao *Watchdog*), consoante a configuração em termos de cartas de entradas/saídas. Ver a secção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O para mais detalhes. Os contactos das saídas são secos, e completamente independentes entre si, existindo contactos normalmente abertos e do tipo *change-over*, conforme se pode ver no diagrama de ligações.

Tabela 2.12. Atribuição de pinos para entradas e saídas digitais.

IO 0A			IO 0B		
1		Comum	1	Desligada	
2	Saída de Wachdog	Normalmente Aberta	2		Comum
3		Normalmente Fechada	3	Saída Digital 5	Normalmente Aberta
4		Comum	4		Normalmente Fechada
5	Saída Digital1	Normalmente Aberta	5	Saída Digital 6	Normalmente Aberta
6		Normalmente Fechada	6		
7	Saída Digital 2	Normalmente Aberta	7	Saída Digital 7	Normalmente Aberta
8					
9	Saída Digital 3	Normalmente Aberta	9	Saída Digital 8	Normalmente Aberta
10					
11	Saída Digital 4	Normalmente Aberta	11	Saída Digital 5	+
12			-		
13	Saída Digital 1	+	13	Saída Digital 6	+
14		-	14		-
15	Saída Digital 2	+	15	Saída Digital 7	+
16		-	16		-
17	Saída Digital 3	+	17	Saída Digital 8	+
18		-	18		-
19	Saída Digital 4	+			
20		-			

Tabela 2.13. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8020.

IO xA (x = 1 a 3)			IO xB (x = 1 a 3)		
1	Entrada Digital 1	+	1	Entrada Digital 9	+
2		-	2		-
3	Entrada Digital 2	+	3	Entrada Digital 10	+
4		-	4		-
5	Entrada Digital 3	+	5	Entrada Digital 11	+
6		-	6		-
7	Entrada Digital 4	+	7	Entrada Digital 12	+
8		-	8		-
9	Entrada Digital 5	+	9	Entrada Digital 13	+
10		-	10		-
11	Entrada Digital 6	+	11	Entrada Digital 14	+
12		-	12		-
13	Entrada Digital 7	+	13	Entrada Digital 15	+
14		-	14		-
15	Entrada Digital 8	+	15	Entrada Digital 16	+
16		-	16		-
17	Desligada		17	Desligada	
18			18		
19			19		
20			20		

Tabela 2.14. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8021.

IO xA (x = 1 a 3)			IO xB (x = 1 a 3)		
1	Entrada Digital 1	+	1	Entrada Digital 17	+
2	Entrada Digital 2	+	2	Entrada Digital 18	-
3	Entrada Digital 3	+	3	Entrada Digital 19	+
4	Entrada Digital 4	+	4	Entrada Digital 20	-
5	Entrada Digital 5	+	5	Entrada Digital 21	+
6	Entrada Digital 6	+	6	Entrada Digital 22	-
7	Entrada Digital 7	+	7	Entrada Digital 23	+
8	Entrada Digital 8	+	8	Entrada Digital 24	+
9	Comum (entradas digitais 1 a 8)	-	9	Comum (entradas digitais 17 a 24)	-
10		-	10		-
11	Entrada Digital 9	+	11	Entrada Digital 25	+
12	Entrada Digital 10	+	12	Entrada Digital 26	+
13	Entrada Digital 11	+	13	Entrada Digital 27	+
14	Entrada Digital 12	+	14	Entrada Digital 28	+
15	Entrada Digital 13	+	15	Entrada Digital 29	+
16	Entrada Digital 14	+	16	Entrada Digital 30	+
17	Entrada Digital 15	+	17	Entrada Digital 31	+
18	Entrada Digital 16	+	18	Entrada Digital 32	+
19	Comum (entradas digitais 9 a 16)	-	19	Comum (entradas digitais 25 a 32)	-
20		-	20		-

Tabela 2.15. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8030.

IO xA (x = 1 to 3)			IO xB (x = 1 to 3)		
1	Entrada Digital 1	+	1	Saída Digital 1	Normalmente Aberta
2		-	2		
3	Entrada Digital 2	+	3	Saída Digital 2	Normalmente Aberta
4		-	4		
5	Entrada Digital 3	+	5	Saída Digital 3	Normalmente Aberta
6		-	6		
7	Entrada Digital 4	+	7	Saída Digital 4	Normalmente Aberta
8		-	8		
9	Entrada Digital 5	+	9	Saída Digital 5	Comum
10		-	10		Normalmente Aberta
11	Entrada Digital 6	+	11		Normalmente Fechada
12	Entrada Digital 7	-	12	Saída Digital 6	Comum
13		+	13		Normalmente Aberta
14		-	14		Normalmente Fechada
15	Entrada Digital 8	+	15	Saída Digital 7	Comum
16		-	16		Normalmente Aberta
17	Desligada		17		Normalmente Fechada
18			18	Comum	
19			19	Normalmente Aberta	
20			20	Normalmente Fechada	

Tabela 2.16. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8031.

IO xA (x = 1 a 3)			IO xB (x = 1 a 3)		
1	Entrada Digital 1	+	1	Saída Digital 1	Normalmente Aberta
2	Entrada Digital 2	+	2		
3	Entrada Digital 3	+	3	Saída Digital 2	Normalmente Aberta
4	Entrada Digital 4	+	4		
5	Entrada Digital 5	+	5	Saída Digital 3	Normalmente Aberta
6	Entrada Digital 6	+	6		
7	Entrada Digital 7	+	7	Saída Digital 4	Normalmente Aberta
8	Entrada Digital 8	+	8		
9	Entrada Digital 9	+	9	Saída Digital 5	Comum
10	Entrada Digital 10	+	10		Normalmente Aberta
11	Entrada Digital 11	+	11		Normalmente Fechada
12	Entrada Digital 12	+	12	Saída Digital 6	Comum
13	Entrada Digital 13	+	13		Normalmente Aberta
14	Entrada Digital 14	+	14		Normalmente Fechada
15	Entrada Digital 15	+	15	Saída Digital 7	Comum
16	Entrada Digital 16	+	16		Normalmente Aberta
17	Comum	-	17		Normalmente Fechada
18	Desligada		18	Saída Digital 8	Comum
19			19		Normalmente Aberta
20			20		Normalmente Fechada

Tabela 2.17. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8051.

IO xA (x = 1 a 3)			IO xB (x = 1 a 3)		
1	Saída Digital 1	Normalmente Aberta	1	Saída Digital 9	Normalmente Aberta
2					
3	Saída Digital 2	Normalmente Aberta	3	Saída Digital 10	Normalmente Aberta
4					
5	Saída Digital 3	Normalmente Aberta	5	Saída Digital 11	Normalmente Aberta
6					
7	Saída Digital 4	Normalmente Aberta	7	Saída Digital 12	Normalmente Aberta
8					
9	Saída Digital 5	Normalmente Aberta	9	Saída Digital 13	Comum
10			Normalmente Aberta		
11			Normalmente Fechada		
12	Saída Digital 6	Normalmente Aberta	12	Saída Digital 14	Comum
13			Normalmente Aberta		
14			Normalmente Fechada		
15	Saída Digital 7	Normalmente Aberta	15	Saída Digital 15	Comum
16			Normalmente Aberta		
17			Normalmente Fechada		
18	Desligada		18	Saída Digital 16	Comum
19			Normalmente Aberta		
20			Normalmente Fechada		

2.4.4 LIGAÇÕES DE ENTRADAS ANALÓGICAS C.C.



É necessário verificar os valores nominais das entradas analógicas c.c. antes de entrar em funcionamento. Valores incorretos podem causar mau funcionamento da unidade e causar danos permanentes.

A capacidade termal aceitável será verificada para cada um dos valores nominais de entrada, tanto para valores permanentes e curtos. Sujeitar as entradas analógicas a valores elevados que os que foram especificados pode causar danos permanentes nas entradas.

O não cumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430, e eventuais danos pessoais e/ ou no equipamento.

Tabela 2.18. Atribuição de pinos para carta de expansão MAP8081.

IO xA (x = 3)			IO xB (x = 3)		
1	Entrada c.c. 1	Tensão – Escala Alta (+)	1	Entrada c.c. 5	Tensão – Escala Alta (+)
2		Tensão – Escala Baixa (+)	2		Tensão – Escala Baixa (+)
3		Corrente (+)	3		Corrente (+)
4		Comum (-)	4		Comum (-)
5	Entrada c.c. 2	Tensão – Escala Alta (+)	5	Entrada c.c. 6	Tensão – Escala Alta (+)
6		Tensão – Escala Baixa (+)	6		Tensão – Escala Baixa (+)
7		Corrente (+)	7		Corrente (+)
8		Comum (-)	8		Comum (-)
9	Entrada c.c. 3	Tensão – Escala Alta (+)	9	Entrada c.c. 7	Tensão – Escala Alta (+)
10		Tensão – Escala Baixa (+)	10		Tensão – Escala Baixa (+)

11		Corrente (+)	11		Corrente (+)
12		Comum (-)	12		Comum (-)
13	DC Input 4	Tensão – Escala Alta (+)	13	DC Input 8	Tensão – Escala Alta (+)
14		Tensão – Escala Baixa (+)	14		Tensão – Escala Baixa (+)
15		Corrente (+)	15		Corrente (+)
16		Comum (-)	16		Comum (-)

2.4.5 LIGAÇÕES DA REDE DE LOCAL

Interface Ethernet

A TPU S430 está equipada com uma carta de comunicações que pode conter uma/duas interfaces do tipo *Fast Ethernet* (10/100 Mbps). O tipo de meio é 10/100BASE-TX ou 100BASE-FX.

A opção de porta em cobre utiliza conectores RJ-45, e cabo UTP ou STP Cat.5. É suportada fibra ótica de vidro multimodo 62,5/125 μm ou 50/125 μm , em conectores tipo MT-RJ ou LC Duplex. O comprimento de onda é de 1300 nm e o comprimento da fibra pode ser até 2000m.

Os conectores para fibra ótica são fornecidos com capas protetoras para evitar a entrada de pó e contaminação dos componentes óticos, podendo ser removidas facilmente.

Interface LEDs da Interface Ethernet

No painel traseiro da TPU S430, junto da porta Ethernet existem dois LEDs para sinalizar o estado da ligação à rede Ethernet, descrita na Tabela 2.19. Os LEDs exteriores são visíveis no painel traseiro da TPU S430.

Tabela 2.19. LEDs da Interface Ethernet.

LED	Cor	Indicação
LNK	Verde	Estado da ligação à rede
ACT	Amarelo	Atividade (Transmissão/ Recepção de pacotes)

2.4.6 INTERFACE DE SERVIÇO FRONTAL

A Interface de Serviço Ethernet é dedicada à comunicação com aplicações do Automation Studio a funcionar num PC para configuração, alteração de parametrização, recolha de dados e atualização de *firmware* da TPU S430.

2.4.7 PORTAS SÉRIE

A TPU S430 fornece até duas portas série (COM1 e COM2 em opção) localizadas na parte traseira da unidade. As portas série fornecem isolamento galvânico e proteção contra descargas electrostáticas. A TPU S430 é fornecida com tampas protetoras nas portas série com o intuito de as proteger do pó ou outros agentes ambientais.

As portas série traseiras podem ser utilizadas para suportar os protocolos de comunicação série. Existem três tipos de interface de comunicação para portas série traseiras: RS-485/ RS-232 (configurável por *jumper*) ou fibra ótica (vidro ou plástico).

Interfaces RS-232/RS-485 (COM1 e COM2 opcional)

Esta interface fornece uma ligação série RS-232 ou ligação a barramento RS-485. O máximo *baud rate* suportado é de 57200 baud. Esta interface série tem isolamento galvânico e imunidade contra descargas eletrostáticas.

Tabela 2.20. Atribuição de pinos para portas série RS-232/RS-485.

COM1 & COM2	RS-232	RS-485
1	Desligada	Desligada
2	RxD <i>(Input Receive Data)</i>	DATA-
3	TxD <i>(Output Transmit Data)</i>	Desligada
4	Desligada	Desligada
5	GND <i>(Ground)</i>	GND
6	Desligada	Desligada
7	RTS <i>(Output Request To Send)</i>	DATA+
8	CTS <i>(Input Clear To Send)</i>	Desligada
9	Desligada	Desligada

Sincronização IRIG-B

IRIG-B	
1	Desligada
2	Desligada
3	Entrada Nível 5 V
4	Entrada Nível 12 V
5	GND (Ground)
6	Desligada
7	Entrada Nível 24 V
8	Desligada
9	Desligada

Interface Fibra Ótica (opcional, apenas COM2)

Existem duas opções em fibra ótica, de plástico (para ligações até 45 m) ou fibra ótica de vidro (para ligações até 1700 m). Estas portas podem ser utilizadas numa configuração ponto a ponto ou em anel. São fornecidas tampas protetoras para os conectores de modo a protegê-las do pó ou outros agentes ambientais.

A grey square graphic containing the text 'Capítulo' in black and the number '3' in large white font.

Capítulo

3

INTERFACE HOMEM-MÁQUINA

Após a leitura deste capítulo, o utilizador toma conhecimento de informação importante sobre os componentes, as características e as funcionalidades da interface homem-máquina, para além de saber como operar a unidade. É feita uma introdução sobre a informação disponível para consulta e edição na estrutura do menu, com referências a outras secções no manual que possibilita alargar o conhecimento do utilizador.

ÍNDICE

3.1 HMI LOCAL.....	3-3
3.2 HMI WEB.....	3-12

Total de páginas do capítulo: 15

3.1 HMI LOCAL

3.1.1 DESCRIÇÃO DO PAINEL FRONTAL

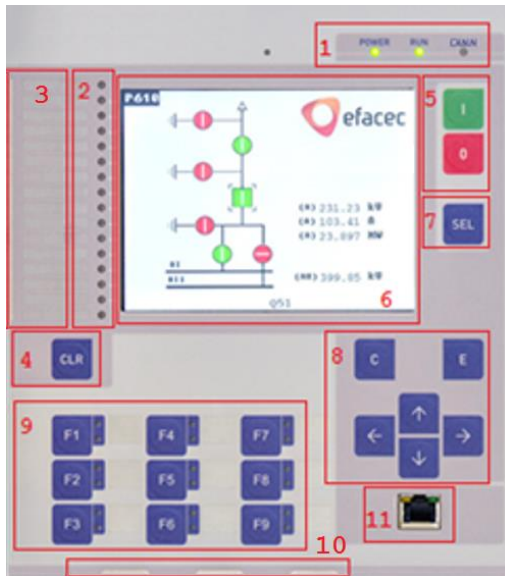


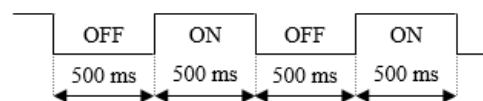
Figura 3.1. Painel frontal e Interface Homem-Máquina local.

1) LEDs de estado:

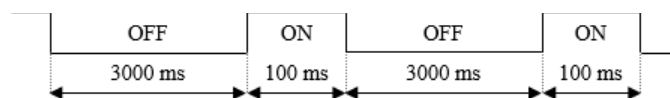
Os LEDs utilizados para indicar o estado da unidade são:

- ◆ LED Power (verde) estático quando a unidade se encontra em operação normal.
- ◆ LED RUN reflete o estado do dispositivo (verde OK, laranja AVISO, vermelho ALARME) e está intermitente ou não consoante a configuração. Quando configurado como intermitente, este LED pode apresentar o seguinte comportamento:

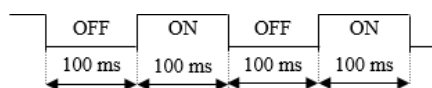
- Padrão de intermitência com configuração de utilizador (modo normal);



- Padrão de intermitência com configuração de fábrica (modo vazio);



- Padrão de intermitência em modo teste.



- ◆ COMM LED (amarelo) indica o estado das comunicações Ethernet.

2) LEDs de Alarme:

LEDs associados a estado atual de cada alarme programável.

3) Janelas descritivas de alarme:

Janelas associadas à tag descritiva de cada alarme programável.

4) Tecla CLR:

Tecla que permite o reconhecimento de alarmes ativos.

5) Teclas de comando:

Teclas utilizadas para operar objetos numa página de mímico.

6) LCD:

Ecrã gráfico.

7) Tecla de seleção:

Tecla utilizada para entrar em modo Mímico e selecionar objetos numa página de mímico.

8) Teclas de Navegação:

Teclas que permitem a navegação nos menus, seleção de opções e comandos assim como mudança de parâmetros.

9) Teclas funcionais:

Teclas programáveis que podem assumir diferentes funções dependendo da configuração.

10) Janelas descritivas das teclas funcionais:

Janelas associadas a cada tag descritivo de teclas programáveis.

11) Acesso Local:

Porta Ethernet para acesso local da unidade para alteração de *firmware*, para configuração da unidade e verificação de registo de eventos, entre outras opções.

3.1.2 SEQUÊNCIA DE INICIALIZAÇÃO

Durante a sequência de inicialização, o HMI local passa por etapas diferentes que permitem a correta identificação de cada etapa até que a unidade esteja pronta. Assim, se ocorrerem falhas durante este processo é possível identificar em qual das etapas isso ocorreu.

Quando a unidade é energizada, o LED Power e LED COMM indicarão a cor amarela enquanto o LED RUN irá mostrar a cor laranja. Todos os restantes LEDs estarão desligados, o que indica que a unidade está em modo de arranque. Se o procedimento de arranque for bem sucedido, o LCD irá mostrar o logo da Efacec e todos os alarmes e teclas funcionais irão acender enquanto o LED RUN e LED COMM serão desligados. A unidade permanece neste estado enquanto a sequência de inicialização é concluída.

No caso de uma inicialização falhada, todos os elementos serão mantidos neste estado com a exceção do ecrã que apresentará uma mensagem com a causa e o LED RUN que irá acender mostra a cor vermelha. Se a falha for no hardware principal apenas o estado LED RUN mudará.

Num arranque normal, o LCD irá mudar da mensagem com o logo para a primeira página de mímico ou para o menu principal se tiver sido efetuado uma atualização de *firmware* ou uma mudança de configuração. Adicionalmente, o LED POWER ficará a verde, o LED RUN irá refletir a condição do dispositivo (verde OK, laranja AVISO, vermelho ALARME) e o LED COMM irá refletir o estado atual das comunicações. Os LEDs de alarme e das teclas funcionais mudarão para refletir a sua configuração e o estado actual das entidades a eles associadas. A Figura 3.1 representa a conclusão de arranque normal.

3.1.3 TECLADO

A cada tecla foram atribuídas características e funcionalidades únicas, como descrito a seguir, o que permite uma interação perfeita com a unidade. No entanto, é importante realçar alguns aspetos da utilização do teclado, como por exemplo:

- ♦ Se forem premidas duas teclas em simultâneo, nenhuma delas será reconhecida, a não ser que se trate de uma combinação pré-definida com um significado atribuído (por exemplo, as teclas E e C irão reiniciar a Interface Homem-máquina local);
- ♦ Se uma tecla for pressionada continuamente, a ação que lhe está associada será repetida. Existem exceções, tais como pressionar continuamente a tecla de navegação para cima e para baixo durante a edição de um parâmetro. Isto fará com que o ritmo de mudança do parâmetro aumente, tornando a edição mais fácil.

Teclas de Navegação



Navegar no menu para cima.
Aumentar o valor de um parâmetro selecionado.
Navegar para cima nas listas de opções.
Navegar para a página de mímico seguinte.



Navegar no menu para baixo.
Diminuir o valor de um parâmetro selecionado.
Navegar para baixo nas listas de opções.
Navegar para a página de mímico anterior.



Navegar para a direita durante a edição de um parâmetro.



Navegar para a esquerda durante a edição de um parâmetro.



Ir para o menu selecionado.
Iniciar e concluir o processo de edição de parâmetros.
Confirmar a alteração do valor do parâmetro.
Confirmar um comando.
Sair do modo Mímico e entrar no modo Menu.



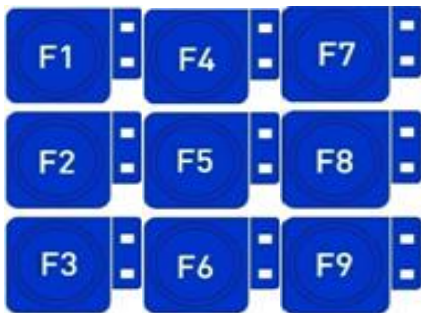
Retroceder para o menu anterior.
Interromper o processo de alteração de parâmetros.
Anular a alteração do valor do parâmetro.
Anular um comando.

Tecla para reconhecer o alarme



Reconhecimento de alarmes persistentes. Se o estado lógico das entidades associadas ao alarme está inativo, o LED correspondente será desligado.

Teclas Funcionais



O modo de operação associado à tecla é programável. Irá depender de como a tecla está configurada:

- ◆ Tecla de estado
- ◆ Tecla de comando
- ◆ Tecla de estado e de comando
- ◆ Atalho

Para informação mais detalhada sobre esta funcionalidade, consultar a subsecção 4.6.3 - Teclas funcionais.

Tecla de Seleção



Sair do modo Menu e entrar em modo Mímico.

Selecionar um objeto controlável numa página de mímico.

Teclas de Comando



Operar um objeto selecionado de uma página de mímico.



3.1.4 MENU

O LCD da unidade pode ser usado no modo Menu que fornece informação em formato menu e oferece várias funcionalidades, em conjunto com as teclas de navegação, tais como editar parâmetros, comutar entre opções e permitir o envio de comandos à unidade e ver se estes comandos foram executados ou bloqueados.

Formato do Menu

O formato do menu foi pensado para permitir uma interação mais intuitiva com a unidade. Tendo isto em consideração, algumas características distintas foram definidas de modo a mostrar ao utilizador toda a informação necessária para uma navegação tranquila na árvore de menus.

A Figura 3.2 apresenta o aspeto de um menu típico, neste caso, o menu principal.

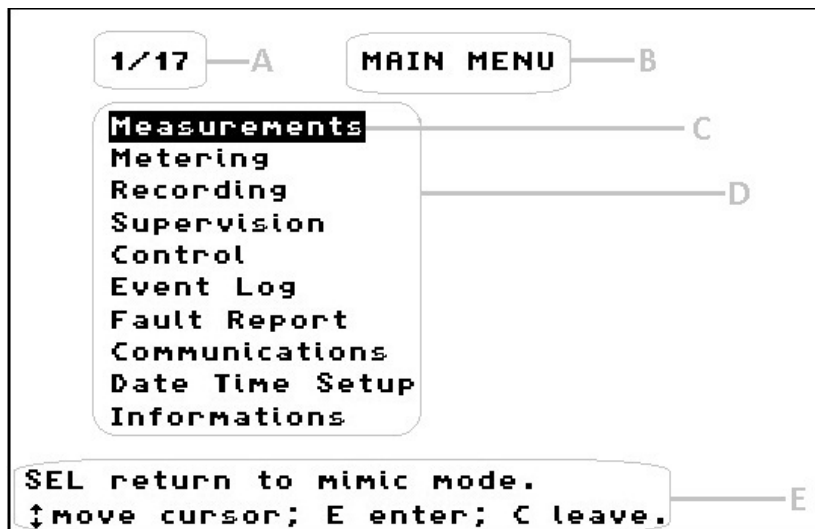


Figura 3.2. Interface do menu: aspeto do Menu Principal.

(A) e (B) oferecem informação sobre o menu atual como o índice do elemento selecionado, o número total de elementos navegáveis e o título do menu. Neste exemplo, **1/17** indica que o primeiro elemento do menu está selecionado e são, ao todo, 17 elementos navegáveis que podem ser acedidos neste menu. O título do menu é **Menu Principal**.

A barra de seleção (C) é usada para identificar o objeto selecionado e pode ser identificada como sendo uma linha do menu com a cor inversa em relação ao restante ecrã. Consoante o menu, um objeto selecionado pode ser um menu navegável, um parâmetro editável ou opção ou um comando que pode ser dado. As linhas no menu que não permitem seleção são apenas de leitura ou estão protegidas com um nível de acesso particular que impede que um utilizador com menos permissões tenha conhecimento que pode editar ou selecionar esses objetos.

O conteúdo do menu (D) é composto por um grupo de objetos cujo significado varia dependendo do menu selecionado. Podem ser meramente informativos, novos menus navegáveis, parâmetros editáveis ou opções e comandos, entre outros.

Finalmente, as duas últimas linhas (E) de qualquer página são reservadas para instruções do que pode ser desempenhado no menu atual ou no objeto selecionado desse menu.

Navegação

A interação com a Interface de Menus utiliza apenas 4 teclas de navegação, o que torna a navegação muito fácil.

As teclas de navegação ↑ e ↓ podem ser utilizadas para navegar para cima e para baixo no menu, permitindo mover a barra de seleção para o item que se pretende aceder. Existem menus constituídos por várias páginas onde ao atingir a primeira ou a última linha do conteúdo do menu, é possível aceder à página anterior ou à seguinte, respetivamente.

A tecla E garante o acesso ao menu selecionado, enquanto a tecla C permite retroceder para o menu anterior.

Edição

Para iniciar a edição de parâmetros:

- A. Aceder ao Menu com parâmetros a ser mudados utilizando o procedimento descrito anteriormente;
- B. Colocar a barra de seleção na linha que contém o parâmetro;
- C. Pressionar a Tecla E para iniciar o modo de edição.

Neste instante, uma de duas situações pode acontecer, a edição de parâmetros pode iniciar (parâmetro começar a piscar) ou será necessário autenticação. No entanto, o procedimento para alterar o parâmetro é idêntico ao utilizado para a autenticação do utilizador dado que os dois se tratam de edição de parâmetros. A Tabela 7.1 mostra as permissões para cada acesso de ID.

No caso de ser necessário efetuar a autenticação, o utilizador será redirecionado para o menu **Autenticação** e o procedimento descrito na subsecção Iniciar Sessão será seguido.

Se a autenticação for realizada com sucesso para esse elemento em particular, o menu irá saltar para o menu que originou a necessidade da autenticação e o utilizador pode continuar com a edição de parâmetros. Por outro lado, se uma combinação de ID/ palavra-chave for inválida, ou uma válida que não dê acesso a esse parâmetro inserido, aparecerá um menu fornecendo essa informação e contendo a opção C para voltar a tentar. O utilizador pode pressionar a tecla C em qualquer altura para cancelar a autenticação ou a edição.

É importante referir que depois de ser efetuada uma autenticação, esta não será necessária novamente na mesma sessão. Uma sessão termina quando é ativado o *screensaver* ou quando o utilizador seleciona a opção **Sair** no menu **Segurança**.

Depois da autenticação, continua-se para o passo B:

- C. Pressionar a tecla E para iniciar o modo de edição;
- D. Pressionar ↑ / ↓ para alterar o parâmetro aumentando ou diminuindo o seu valor, ou no caso de uma lista de opções, navegando nela até encontrar a opção pretendida;
- E. Pressionar E para terminar a edição.

Enquanto se encontra no menu, o utilizador pode editar os parâmetros restantes repetindo os passos B a E. Depois de ter alterado todos os valores pretendidos será necessário confirmar as alterações. Para tal, é necessário pressionar a tecla C como se se pretendesse retroceder para o menu anterior e, ao aparecer o menu de confirmação, pressionar a tecla E para aceitar ou a tecla C para cancelar as alterações.

Durante a edição, a TPU S430 irá utilizar o grupo mais recente de dados válidos e só depois do utilizador confirmar os novos parâmetros é que a unidade será atualizada. O sucesso deste procedimento pode ser confirmado se o menu apresentar os novos valores; caso contrário, irá apresentar os valores originais.



Ao aceitar as alterações, todos os parâmetros do menu serão importados, portanto, é necessário certificar-se que todas as alterações foram efetuadas antes de as aceitar. Não edite e aceite alterações para um parâmetro de cada vez.

Menu Principal

A TPU S430 é dotada de uma interface organizada em menus. O **Menu principal** é apresentado quando a unidade inicia permitindo o acesso a todos os menus através do *item* respetivo. Como este é um menu que ocupa mais que uma página, é necessário navegar entre páginas para aceder à totalidade do conteúdo.

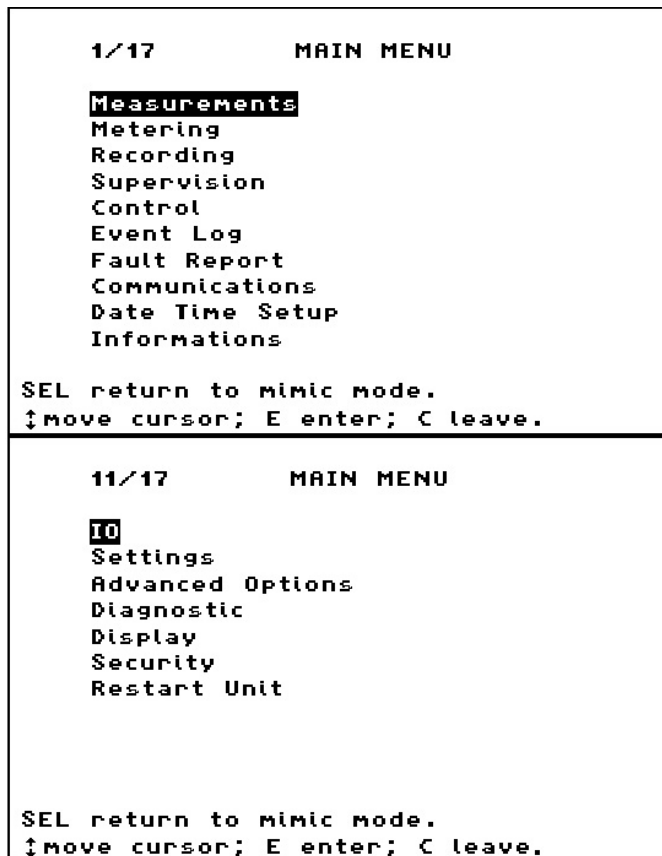


Figura 3.3. Menu Principal.

Cada um dos sub-menus do menu principal é descrito abaixo.

◆ **Medidas / Contagem / Registos / Supervisão / Controlo:**

Cada um destes menus é composto por dados importantes das funções integradas e o seu formato varia consoante o número de funções presentes na configuração. Adicionalmente, ao navegar nestes menus, é possível encontrar várias saídas, identificadas pela seta de seleção, na qual o utilizador pode executar controlos.

Para informação mais detalhada sobre estes menus, consultar os capítulos 7.7 - Funções Integradas - Visualização e 7.8 - Funções Integradas - Controlos. Para informação mais detalhada sobre as funções integradas, consultar o capítulo 5 - Funções de aplicação.

◆ **Registo Eventos**

Visualização de eventos registados no Registo de Eventos. Para mais informação sobre os elementos e operações suportadas neste menu, consultar a secção 7.14 - Registo de eventos. Para mais informação sobre a configuração do registo de eventos, consultar a secção 4.7- Registo de Eventos.

◆ **Relatório Defeitos**

Informação e operações relacionadas com o módulo de Relatório de Defeitos. Para mais informação sobre os elementos e operações suportadas neste menu, consultar a secção 7.15 - Relatório de Defeitos. Para mais informação sobre o módulo Relatório de Defeitos, consultar a secção 4.8 - Relatório de Defeitos.

◆ **Comunicações**

Contém informação sobre Rede e Acesso Local. Para mais informação consultar a secção 7.4 - Configuração da Rede.

◆ **Data e Hora**

A data e hora atuais podem ser visualizadas e editadas. Para mais informação consultar a secção 7.5 - Configuração de Data e Hora.

◆ **Informações**

Informação importante relacionada com a TPU S430. Para mais informação consultar a secção 7.3 - Informação sobre o Dispositivo.

◆ IO

Contém informação geral relacionada com as cartas de I/O na unidade como números série e número de tensões, correntes, entradas e saídas digitais de cada carta. Aqui também é possível encontrar uma lista das cartas Digitais e Analógicas presentes na unidade. Ao selecionar uma carta digital, o utilizador pode visualizar o estado das suas entradas e saídas. Para as cartas analógicas o utilizador pode verificar se a carta está calibrada (OK) ou não (NOK) e o motivo pelo qual não está calibrada.

Para mais informação consultar a secção 7.6 - Diagnóstico e Informação de I/O.

◆ Parâmetros

Parametrização de funções integradas e definidas pelo utilizador, seleção de grupo ativo para cada dispositivo lógico e configuração de modo do dispositivo lógico.

Para mais informação consultar as secções 7.9 - Parâmetros Operacionais, 7.10 - Gama de Parametrização Ativa e 7.11 - Modo Dispositivo Lógico. Para mais informação sobre funções de firmware disponíveis e respetivos parâmetros consultar o capítulo 5 - Funções de aplicação

◆ Opções Avançadas

Opção para restaurar a configuração de fábrica, para restaurar os parâmetros operacionais de fábrica, para apagar registos no dispositivo e para limpar a persistência. Para mais informação sobre estas opções consultar as secções 7.12 - Restaurar Configuração de Fábrica e 7.13 - Restaurar os Parâmetros Operacionais de Fábrica, 7.17 - Apagar Registos e 7.18 - Limpar .

◆ Diagnóstico

Os testes suportados pela TPU S430 estão agrupados aqui. Para mais informação consultar a secção 7.21 - Diagnóstico e Testes.

◆ Ecrã

Opções para personalizar o ecrã tais como:

- **Idioma:** seleção a partir dos idiomas suportados;
- **Tempo de Screensaver:** tempo que a unidade deverá estar inativa para que o *screensaver* inicie;
- **Tempo de Hibernação:** tempo que a unidade está no modo *screensaver* até entrar no modo de hibernação;
- **Brilho:** nível de luminosidade do ecrã gráfico (1-10).

Neste menu é possível aceder ao menu **Diagnóstico** que contém testes para o ecrã e todas as teclas e LEDs. Cada teste inclui instruções de como iniciar ou terminar.

◆ Segurança

É possível aceder ao menu **Autenticação** e ao menu **Alterar Senha** nos quais o utilizador pode iniciar uma sessão de segurança ou mudar a password para um determinado nível de acesso ID. Para mais informações consultar a secção 7.1 - Gestão de Utilizadores.

◆ Reiniciar Unidade

Comando para reiniciar a unidade. Para mais informações consultar a secção 7.19 - Reiniciar Dispositivo.

3.1.5 Mímico

A TPU S430 suporta a configuração de até seis páginas de mímico onde é possível adicionar informação adicional para consulta e objetos que podem ser configurados como controláveis. Ao aceder à página de mímico, a unidade entra em modo de Mímico.

Página de Mímico

O conteúdo de cada página de mímico depende totalmente do que foi configurado.

Navegação no Mímico

Por defeito, a TPU S430 inicia em modo mímico a não ser que seja efetuada uma mudança de configuração ou uma atualização de firmware, no entanto, o modo mímico pode ser ativado em qualquer altura ao pressionar a tecla SEL de selecção. O LCD irá mostrar a primeira página de mímico quando se trata da primeira vez que se entra neste modo ou a última página de mímico que foi ser acedida. Atarvés das teclas de navegação ↑ e ↓ é possível navegar para a página seguinte ou para a página anterior, respectivamente.

Ao pressionar a tecla E, é possível voltar ao modo Menu no qual é mostrado o último menu acedido.

Operação do Mímico

Os objetos presentes numa página de mímico, que foram configurados como controláveis, podem ser operados utilizando as teclas de comando para executar um comando. Assim, proceder da seguinte forma:

- A. Entrar em Modo Mímico;
- B. Aceder à página pretendida utilizando o procedimento descrito anteriormente;
- C. Pressionar a tecla de seleção SEL tantas vezes quanto necessário para seleccionar o objeto pretendido;
- D. Pressionar a tecla de comando que executa a ordem pretendida.

Se o comando foi mal sucedido, deverá aparecer o motivo na página de mímico.

3.1.6 SCREENSAVER E HIBERNAÇÃO

O *screensaver* é ativado quando a unidade está inativa durante um determinado tempo (1 a 60 minutos) e o ecrã exhibe automaticamente cada uma das páginas de mímico. Após se encontrar em modo Screensaver durante um tempo configurável (1 a 60 minutos), o Modo de Hibernação ativará e o ecrã irá voltar ao menu principal e a luz do LCD será desligada. Ao configurar o tempo do screensaver para zero minutos, a unidade entrará em modo Hibernação diretamente após estar inativa durante o tempo de Hibernação configurado.

Para sair do screensaver ou do modo hibernação, é necessário pressionar uma das teclas de navegação ou a tecla SEL. O LCD irá mostrar a primeira página de mímico.

3.2 HMI WEB

A TPU S430 disponibiliza um servidor web integrado que pode ser acedido por qualquer dispositivo que tenha um browser web e é ligado ao relé, diretamente através de porta Ethernet local ou através da porta Ethernet traseira. O servidor web é bastante simples de aceder e assim é possível obter informação relevante e desempenhar uma gama alargada de tarefas de forma bastante intuitiva e fácil.

3.2.1 ACESSO

Para aceder, abrir o servidor web pretendido e inserir o endereço IP para a TPU S430. Este IP pode ser para porta Ethernet local que por defeito é: 192.168.0.100, ou porta Ethernet traseira, dependendo de qual o utilizador tem acesso. O endereço IP traseiro irá depender da configuração.

Seguidamente, a janela de Login irá aparecer onde um login bem sucedido será exigido para aceder ao conteúdo do servido web. Para mais informações, consultar a secção 7.1 - Gestão de Utilizadores.

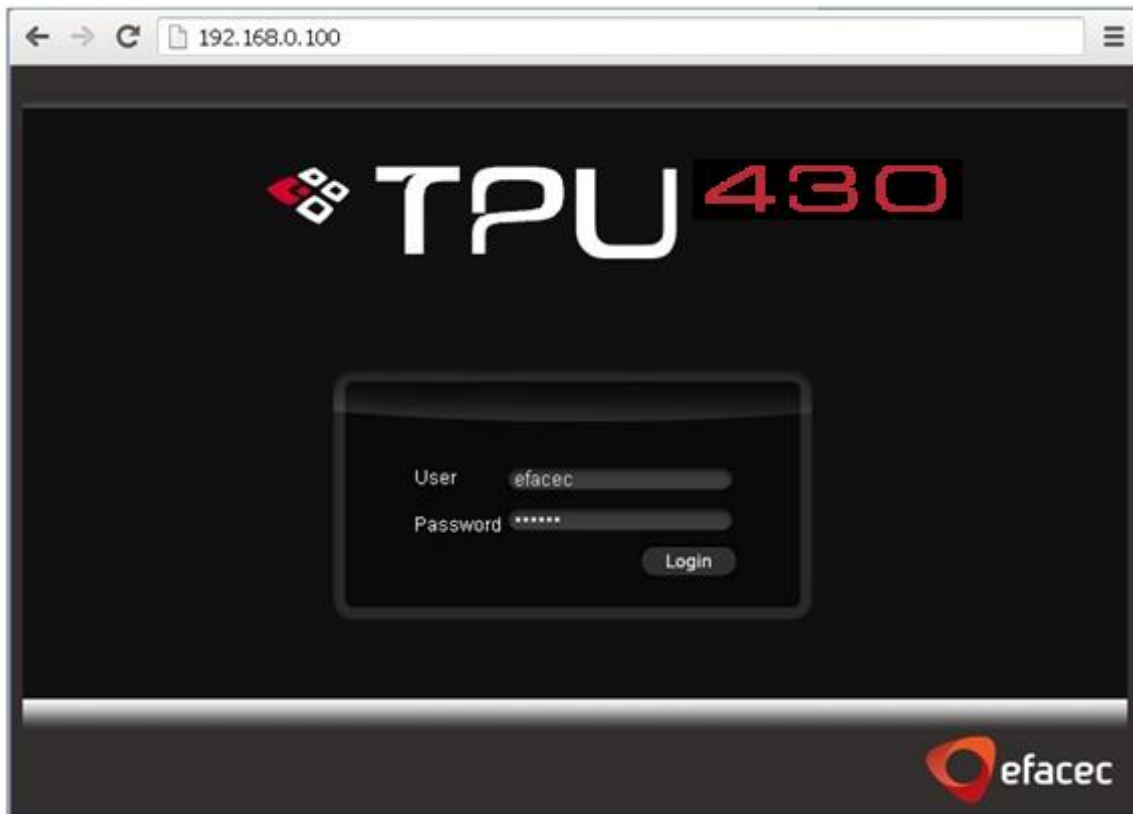


Figura 3.4. Janela de Login.

Information	Value
Device Vendor	Efacec
Device Location	Project
Device Ordering Code	TPU S430-1-1-B-2-C-G-X-X-X-1-X-XX-4-XXX-A1B1C1D1E1
Device Serial Number	000001
Device Model	TPU S430
Device Hardware Revision	1.00
Device Configuration Version	1.5
Device Configuration Type	User
Device Name	Device
Device Owner Name	Utility
Power System Name	Bay
Device Role	Protection
Device Software Revision	1.03.000
CPU Software Revision	1.03.000
CPU OS Software Revision	3.01.001
HMI Software Revision	1.04.000
DSP Software Revision	1.03.000

Figura 3.5. Primeiro contacto.

3.2.2 LAYOUT

A Figura 3.5 mostra como o servidor web está organizado em três áreas distintas:

- ◆ **(A) Navegação:** A home page contém um menu na parte superior do ecrã onde estão os menus;
- ◆ **(B) Conteúdo:** Área maior no centro em que a informação do menu atual é apresentada;
- ◆ **(C) Barra de Estado:** Fornece informação sobre a versão de firmware da TPU S430 assim como a hora local e data. Também é mostrado o utilizador atual.

Para além disso, também é possível aceder aos seguintes menus:

- Menu Ajuda
- Menu Shutdown.

Nalguns menus, a informação pode ser atualizada ao selecionar o botão Atualizar:



Embora não seja obrigatório, é recomendando sair da sessão (logout) para encerrá-la. Aceder ao menu shutdown e selecionar a opção **Logout**.

3.2.3 CONTEÚDO

O menu de navegação consiste em menus principais através dos quais é possível aceder a informação importante da TPU S430. Os menus são:

◆ Diagnóstico:

A informação e funcionalidades de diagnóstico serão apresentadas. São compostas por:

- **Monitorização Sistema:** informação sobre o estado do dispositivo (ex. memória usada)
- **I/O:** informação e estado de I/O digitais e analógicas
- **Módulos:** informação sobre módulos principais a funcionar no dispositivo.
- **Módulos Aplicação:** informação sobre funções integradas no dispositivo.
- **Protocolos:** informação sobre protocolos configurados.
- **Mensagens:** visualização de traces de protocolos.
- **RTDB:** informação sobre o estado dos elementos RTDB.

Para mais informação, consultar a secção 7.21 - Diagnóstico e Testes.

◆ Registos

Disponibiliza os registos efetuados pela TPU S430. Estão disponíveis atualmente o Relatório de Defeitos e o Registo de Eventos. Para uma descrição mais detalhada do Relatório de Defeitos consultar a secção 4.8 - Relatório de Defeitos e a secção 4.7 - Registo de Eventos para uma descrição do Registo de Eventos. Para interpretar a informação disponibilizada neste menu, consultar a secção 7.15 - Relatório de Defeitos e a secção 7.14 - Registo de eventos.

◆ Funções

Dados relevantes das funções integradas, separadas nas seguintes categorias:

- Medidas
- Contagem
- Registos
- Supervisão
- Controlo

Para mais informação sobre as funções integradas, consultar o capítulo 5 - Funções de aplicação. Sobre como aceder à informação nestes menus, consultar a secção 7.7 - Funções Integradas - Visualização.

◆ Parâmetros

Os parâmetros da TPU S430 são agrupados aqui;

Atualmente, apenas os parâmetros operacionais estão disponíveis assim como informação sobre o cenário de parametrização ativo e o modo de dispositivo lógico atual. Para mais informação sobre as funções integradas e os seus parâmetros consultar o capítulo 5 - Funções de aplicação. Sobre como aceder à informação nestes menus, consultar as secções 7.9 - Parâmetros Operacionais, 7.10 - Gama de Parametrização Ativ e 7.11 - Modo Dispositivo Lógico.

◆ Dispositivo

Atualment com os seguintes menus:

- **Sobre:** contém informação importante sobre as características da TPU S430;
- **Registo sistema:** informação reportada pelo dispositivo que pode ser utilizada para resolução de problemas;
- **Registo Aplicação:** informação reportada pelas funções integradas que podem ser usadas para resolução de problemas.

Para mais informação, consultar a secção 7.3 - Informação sobre o Dispositivo.

3.2.4 MENU SHUTDOWN

Ao aceder ao menu shutdown, o menu da Figura 3.6 aparecerá com as opções **Terminar Sessão**, **Reiniciar** a TPU S430 e **Reiniciar Configuração** ao repor a de fábrica.

Para mais informação sobre estas funcionalidades, consultar as secções 7.12 - Restaurar Configuração de Fábrica e 7.19 - Reiniciar Dispositivo.



Figura 3.6. Menu Shutdown.



Consultar o menu ajuda para informação adicional onde pode encontrar uma lista de web browsers suportados pelo servidor web.



Se tiver problemas com o servidor web após atualizar o firmware ou após aceder ao servidor web em dispositivos com diferentes versões de firmware, por favor limpe a cache e o histórico do browser e reinicie o browser.

A grey square graphic containing the word 'Capítulo' in black and the number '4' in white.

CONFIGURAÇÃO DO DISPOSITIVO

Este capítulo introduz a configuração base da TPU S430, como a sincronização do relógio interno e gestão do tempo, a aplicação de automação programável pelo utilizador e funções básicas de registo, como por exemplo o registo de eventos. É descrita a configuração da interface ao processo, incluindo entradas analógicas e entradas e saídas digitais, assim como a descrição geral do equipamento e informação de diagnóstico. Uma secção introdutória, dedicada à caracterização de vários tipos de dados das entidades internas, contém informação importante necessária para a compreensão dos capítulos seguintes.

ÍNDICE

4.1 TIPOS DE DADOS	4-3
4.2 DADOS GERAIS DO EQUIPAMENTO	4-20
4.3 SINCRONIZAÇÃO HORÁRIA	4-25
4.4 INTERFACE AO PROCESSO	4-32
4.5 AUTOMAÇÃO PROGRAMÁVEL PELO UTILIZADOR	4-43
4.6 HMI LOCAL	4-49
4.7 REGISTO DE EVENTOS	4-52
4.8 RELATÓRIO DE DEFEITOS	4-57

Total de páginas do capítulo: 61

4.1 TIPOS DE DADOS

Uma base de dados interna é constituída pela informação em tempo real o que permite a troca de dados entre as funções aplicacionais incorporadas, interfaces do equipamento e módulos definidos pelo utilizador. Cada informação (i.e. objetos de dados) corresponde a um dos tipos de dados listados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Tipos de dados.

Tipo	Correspondência IEC 61850	Referência	Descrição
Digital	SPS, (ACT), (ACD)	DIG	Entidades de Estado Simples
DoubleDigital	DPS	DB DIG	Entidades de Estado Duplas
IntegerValue	INS, ENS	INT	Entidades de Estado Inteiras
AnalogueValue	MV	ANL	Entidades de Medida Analógica Reais
ComplexAnalogueValue	CMV, (WYE), (DEL), (SEQ)	CPX ANL	Entidades de Medida Analógica Complexas
Counter	BCR	CNT	Entidades de Contadores Digitais
Control	SPC	DIG CTRL	Entidades de Estado Simples Controláveis
DoubleControl	DPC	DB CTRL	Entidades de Estado Duplas Controláveis
IntegerControl	INC, ENC	INT CTRL	Entidades de Estado Inteiras Controláveis
StepPositionControl	BSC	STEP CTRL	Entidades de Controlo Binário de Posição
IntegerStepPositionControl	ISC	ISTEP CTRL	Entidades de Controlo Inteiro de Posição
AnalogueControl	APC	ANL CTRL	Entidades de Medida Analógica Controláveis
OptionListSetting	SPG, ENG	OPT SET	Entidades de Parâmetros Enumerados
IntegerSetting	ING	INT SET	Entidades de Parâmetros Inteiros
AnalogueSetting	ASG	ANL SET	Entidades de Parâmetros Analógicos
SettingGroups	-	SET GRP	Entidades de Grupos de Parâmetros

Cada um deles é um tipo complexo que agrega um conjunto de campos relacionados (i.e. atributos de dados) que podem ser atualizados durante o tempo de execução ou correspondem a propriedades de configuração. São descritos em detalhe nas próximas subsecções, em conjunto com o modo de operação esperado.

Todo os tipos de dados têm uma correspondência simples com um ou mais CDC definidas pela norma IEC 61850, como mostra a Tabela 4.1. O mapeamento exato depende do objeto de dados específico. É também possível nalguns casos que o objeto IEC 61850 corresponda a mais de um objeto de dados interno, como por exemplo um conjunto de medidas ou sinalizações de disparo. Estes casos especiais são indicados entre parênteses. Apesar de todos os tipos de dados terem sido concebidos com o intuito de fornecer um mapeamento coerente com os de IEC 61850, são suficientemente genéricos para serem utilizados noutra tipo de aplicação.

A coluna Referência na Tabela 4.1 contém um acrónimo para cada tipo de dados interno para referência simplificada em qualquer parte deste documento.

4.1.1 ENTIDADE DE ESTADO

As entidades de estado correspondem a dados obtidos a partir do processo ou gerados internamente ao equipamento, com exceção da interface analógica. Estas entidades podem também ser saídas de funções definidas pelo utilizador (consultar a

secção 4.5 - Automação programável pelo utilizador), caso em que o código do utilizador deverá ser responsável pela sua atualização e gestão. Existem três tipos básicos: **Digital** (Tabela 4.2), **DoubleDigital** (Tabela 4.3) e **IntegerValue** (Tabela 4.4).

Tabela 4.2. Campos de entidades Digital.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	stVal	BOOL	Valor do estado do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação sobre a qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Registo de data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado

Tabela 4.3. Campos de entidades DoubleDigital.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	stVal	UINT8	Valor do estado do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação sobre a qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Registo de data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado

Tabela 4.4. Campos de entidades IntegerValue.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	stVal	INT32	Valor do estado do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação sobre a qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Registo de data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado

O campo **VALUE**, que representa o valor do estado do dado, depende do tipo de entidade:

- ◆ Valor booleano, se o tipo de entidade é **Digital**;
- ◆ Valor enumerado com quatro opções (ver Tabela 4.5), se o tipo de entidade é **DoubleDigital**;
- ◆ Valor numérico, se o tipo de entidade é **IntegerValue**.

Tabela 4.5. Opções para valor de DoubleDigital.

Identificador	Valor	Valor digital	Descrição
INTERMEDIATE	0	00	Interruptor em movimento (posição intermédia)
OFF	1	01	Interruptor aberto
ON	2	10	Interruptor fechado
BAD STATE	3	11	Posição do interruptor inválida

O campo **QUALITY** mostra se a informação contida em **VALUE** é válida, ou seja, se a fonte de informação é fidedigna e se não se verificam condições anormais no processo de aquisição ou na função responsável pela sua atualização. Três opções disponíveis devem ser consideradas para **QUALITY** como mostra a Tabela 4.6. Um qualificador suplementar é adicionado a este campo no caso de ser **INVALID** ou **QUESTIONABLE**, especificando o seu motivo. Os qualificadores possíveis são listados na Tabela 4.7. Podem estar ativos mais que um qualificador. O seu uso específico é descrito ao longo do documento sempre que aplicável. O campo **QUALITY** inclui também uma marca de **TESTE** a indicar se a função responsável pela sua atualização está em modo de teste.

Tabela 4.6. Opções do campo QUALITY.

Identificador	Valor	Descrição
GOOD	0	Não foram detetadas condições anormais, o valor é válido
INVALID	1	Condição anormal detetada, o valor é inválido
QUESTIONABLE	3	Condição anormal detetada; no entanto, o valor pode ser considerado válido

Tabela 4.7. Qualificadores detalhados do campo QUALITY.

Identificador	Descrição
OVERFLOW	Valor para além da capacidade de representação adequada
OUT OF RANGE	Valor para além de uma gama prédefinida
BAD REFERENCE	Valor criado a partir de uma fonte com referência fora de calibração
OSCILLATORY	Valor oscilatório
FAILURE	Falha interna ou externa
OLD DATA	Valor não atualizado durante um intervalo de tempo específico
INCONSISTENT	Valor inconsistente
INACCURATE	Valor criado a partir de uma fonte imprecisa

O campo **TIMETAG** é automaticamente atualizado pelo equipamento sempre que os campos **VALUE** ou **QUALITY** mudarem (até para funções definidas pelo utilizador).

Origem

Os tipos de dados de estado podem ter um campo adicional relevante em casos específicos: **ORIGIN**. Contém informação sobre o nível hierárquico da origem da alteração de dados. Isto é por exemplo utilizado quando o valor da entidade reflete o controlo emitido numa entidade do tipo controlo (consultar a subsecção 4.1.3 - Entidades de Controlo para mais detalhes sobre este tipo de entidades). Uma aplicação típica são os comandos de abertura e fecho do disjuntor. A tabela Tabela 4.8 contém as opções possíveis do campo **ORIGIN**. O valor por defeito deste campo para todas as entidades **Digital** e **DoubleDigital** é **NÃO SUPORTADO**.

Tabela 4.8. Opções do campo ORIGIN.

Identificador	Valor	Descrição
NOT SUPPORTED	0	Não está definido
BAY CONTROL	1	Comando manual – nível do painel
STATION CONTROL	2	Comando manual – nível da estação
REMOTE CONTROL	3	Comando manual – nível remoto
AUTOMATIC BAY	4	Comando automático – nível do painel
AUTOMATIC STATION	5	Comando automático – nível da estação
AUTOMATIC REMOTE	6	Comando automático – nível remoto
MAINTENANCE	7	Controlo a partir de ferramentas de manutenção/ serviço
PROCESS	8	Mudança de estado sem ação de controlo

4.1.2 ENTIDADES DE MEDIDA

Entidades de medida correspondem aos dados adquiridos do processo ou gerados internamente no dispositivo, principalmente a partir da interface analógica. Estas entidades podem também ser saídas de funções definidas pelo utilizador (consultar a secção 4.5 - Automação programável pelo utilizador) em que o código do utilizador deve ser responsável pela sua atualização e gestão. Existem três tipos básicos: **AnalogueValue** (Tabela 4.9), **ComplexAnalogueValue** (Tabela 4.10) e **Counter** (Tabela 4.11).

Tabela 4.9. Campos da entidade AnalogueValue.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
MAGNITUDE	mag.f	FLOAT32	Valor do dado com aplicação de banda morta
INSTMAGNITUDE	instMag.f	FLOAT32	Valor instantâneo do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação sobre a qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Registo da data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
UNITS	units.SIUnit	INT8	Unidade SI na qual o valor do dado é representado
MULTIPLIER	units.multiplier	INT8	Valor multiplicador da unidade SI
RANGE	range	INT8	Gama na qual o valor do dado atual está inserido
MAGDEADBAND	db	UINT32	Banda morta utilizada para cálculo do valor
ZERODEADBAND	zeroDb	UINT32	Gama em torno do valor zero onde o valor do dado é forçado para zero
HHLEVEL	rangeC.hhLim.f	FLOAT32	Limiar acima do qual o valor do dado está na gama alta-alta
HLEVEL	rangeC.hLim.f	FLOAT32	Limiar acima do qual o valor do dado está dentro da gama alta

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
LLEVEL	rangeC.lLim.f	FLOAT32	Limiar abaixo do qual o valor do dado está dentro da gama baixa
LLLEVEL	rangeC.lLim.f	FLOAT32	Limiar abaixo do qual o valor do dado está na gama baixa-baixa
MINIMUM	rangeC.min.f	FLOAT32	Valor mínimo admissível
MAXIMUM	rangeC.max.f	FLOAT32	Valor máximo admissível
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última mudança do valor do dado

Tabela 4.10. Campos da entidade ComplexAnalyseValue.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
MAGNITUDE	cVal.mag.f	FLOAT32	Amplitude do dado com aplicação de banda morta
ANGLE	cVal.ang.f	FLOAT32	Fase do dado com aplicação de banda morta
INSTMAGNITUDE	instCVal.mag.f	FLOAT32	Amplitude instantânea do dado
INSTANGLE	instCVal.ang.f	FLOAT32	Fase instantânea do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação sobre a qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Registo sobre data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
UNITS	units.SIUnit	INT8	Unidade SI na qual o valor do dado é representado
MULTIPLIER	units.multiplier	INT8	Valor multiplicador da unidade SI
RANGE	range	INT8	Gama da amplitude atual do dado
MAGDEADBAND	db	UINT32	Banda morta para cálculo da amplitude
ZERODEADBAND	zeroDb	UINT32	Gama em torno do valor zero onde a amplitude do dado é forçada para zero
ANGDEADBAND	dbAng	UINT32	Banda morta para cálculo da fase
HHLEVEL	rangeC.hhLim.f	FLOAT32	Limiar acima do qual a amplitude do dado está na gama alta-alta
HLEVEL	rangeC.hLim.f	FLOAT32	Limiar acima do qual a amplitude do dado está na gama alta
LLEVEL	rangeC.lLim.f	FLOAT32	Limiar abaixo do qual a amplitude do dado está na gama baixa
LLLEVEL	rangeC.lLim.f	FLOAT32	Limiar abaixo do qual a amplitude do dado está na gama baixa-baixa
MINIMUM	rangeC.min.f	FLOAT32	Mínimo admissível da amplitude do dado
MAXIMUM	rangeC.max.f	FLOAT32	Máximo admissível da amplitude do dado
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última mudança do valor do dado

Tabela 4.11. Campos da entidade Counter.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	actVal	INT64	Valor real do contador
QUALITY	q	QUALITY	Informação sobre a qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Registo sobre data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
UNITS	units.SIUnit	INT8	Unidade SI na qual o valor do dado é representado
MULTIPLIER	units.multiplier	INT8	Valor multiplicador da unidade SI
PULSE	pulsQty	FLOAT32	Passo da amplitude do valor contado por contagem
FROZENVALUE	frVal	INT64	Valor congelado do contador
FREEZETIMETAG	frTm	TIME	Data e hora do último congelamento do contador
FREEZEENABLE	frEna	BOOL	Indicação se o processo de congelamento deve ocorrer
STARTTIME	strTm	TIME	Data e hora do início do processo de congelamento
PERIOD	frPd	INT32	Intervalo de tempo entre operações de congelamento
RESET	frRs	BOOL	Indicação se o contador deve ser automaticamente posto a zero após cada processo de congelamento
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última mudança do valor do dado

As entidades **AnalogueValue** correspondem às medidas de valor real (vírgula flutuante) enquanto as entidades **ComplexAnalogueValue** correspondem a medidas de valor complexo, com informação sobre a amplitude e sobre o ângulo. O campo **INSTMAGNITUDE** (e **INSTANGLE** para medidas complexas) representa o valor de estado instantâneo dos dados. Os campos **QUALITY** e **TIMETAG** são geridos de forma idêntica aos campos respetivos das entidades de estado.

Os campos adicionais numerados permitem a indicação da unidade SI (**UNITS**) e do seu multiplicador correspondente (**MULTIPLIER**) no qual a medida é representada. Estes são campos de configuração, atualizados apenas durante o arranque do equipamento, e estão de acordo com a norma IEC 61850.

Cálculo do Valor com Banda Morta

Um valor com banda morta está disponível no campo **MAGNITUDE**, baseado no cálculo de banda morta a partir do valor instantâneo. É utilizado principalmente para a interface IEC 61850. Este campo só é atualizado para o valor atual **INSTMAGNITUDE** se mudar mais que uma banda morta configurável específica, definida no campo **MAGDEADBAND**, quando comparada com o último valor reportado. Isto evita a sobrecarga em canais acionados por eventos, eliminando valores analógicos excessivos reportados. A mesma característica está disponível para **ANGLE**, sendo que a banda morta correspondente é **ANGDEADBAND**.

É também possível definir um valor de configuração (**ZERODEADBAND**) abaixo do qual o campo **MAGNITUDE** é forçado para zero. Isto evita reportar valores errados se as medidas forem muito pequenas.

Todas as configurações de banda morta são definidas em percentagem entre valores **MAXIMUM** e **MINIMUM**, (ou seja, escala completa da medida), em passos de 0,001% de acordo com a equação (4.1). Por exemplo, uma banda morta de 0,5% da escala completa corresponde a um valor configurado de 500. A escala completa para os ângulos é fixa e igual a 360°.

$$Deadband_{real} = Deadband_{config} \times 0,00001 \cdot (Maximum - Minimum) \quad (4.1)$$

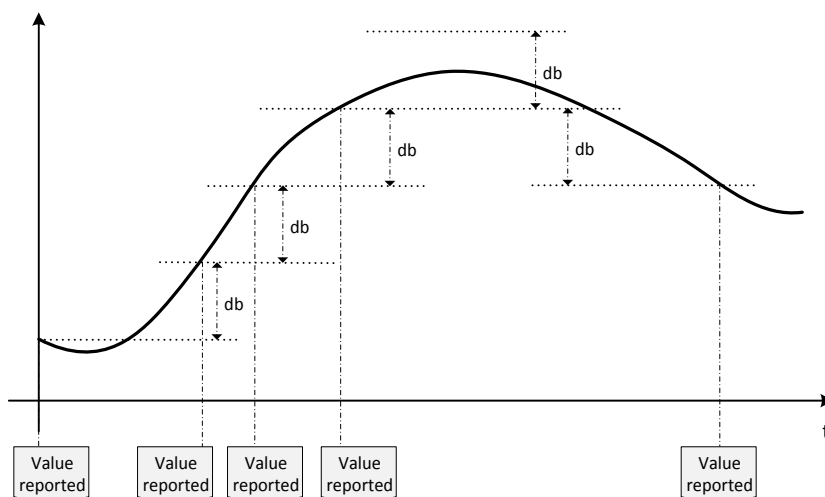


Figura 4.1. Cálculo do valor de banda morta.

Gama

As medidas podem também ser continuamente monitorizadas e é fornecida informação adicional sobre a gama de amplitude, tanto para entidades **AnalogueValue** e **ComplexAnalogueValue**, de acordo com a Tabela 4.12. O campo RANGE é calculado por comparação da amplitude instantânea com quatro limiares diferentes, que são campos de configuração definidos pelo utilizador: **HHLEVEL**, **HLEVEL**, **LLEVEL** e **LLLEVEL**. Este procedimento é ilustrado na Figura 4.2.

Tabela 4.12. Opções para o campo RANGE.

Identificador	Valor	Descrição
NORMAL	0	Entre os níveis baixo e alto
HIGH	1	Entre os níveis alto e alto-alto
LOW	2	Entre os níveis baixo-baixo e baixo
HIGH-HIGH	3	Acima do nível alto-alto
LOW-LOW	4	Abaixo do nível baixo-baixo

Se **RANGE** não for para ser avaliado, todos os seus campos de configuração devem ser zero e o seu valor será sempre **NORMAL**. Caso contrário, a relação definida em (4.2) deverá ser observada.

$$LLLevel \leq LLevel < HLevel \leq HHLevel \quad (4.2)$$

No geral, todos estes campos de configurações deverão ser positivos ou zero. Neste caso, para entidades **AnalogueValue** que podem ser negativas, a gama será calculada baseada no módulo da medida. Esta é a opção mais comum (por exemplo, uma potência ativa cuja gama é avaliada independentemente da direção do fluxo de potência). No entanto, para entidades **AnalogueValue** que podem ser negativas, alguns campos de configuração podem ser definidos como valores negativos, em que a gama será calculada baseada no valor efetivo da medida.

Para além disso, se a amplitude estiver acima de **MAXIMUM** e abaixo de **MINIMUM**, a medida é considerada fora da gama, e o seu campo **QUALITY** é atualizado adequadamente (tornando-se **QUESTIONABLE**, com qualificador OUT OF RANGE). Os valores de fábrica para limiares mínimos e máximos são fornecidos quando as medidas são saídas das funções da aplicação incorporadas, mas podem ser alteradas pelo utilizador.

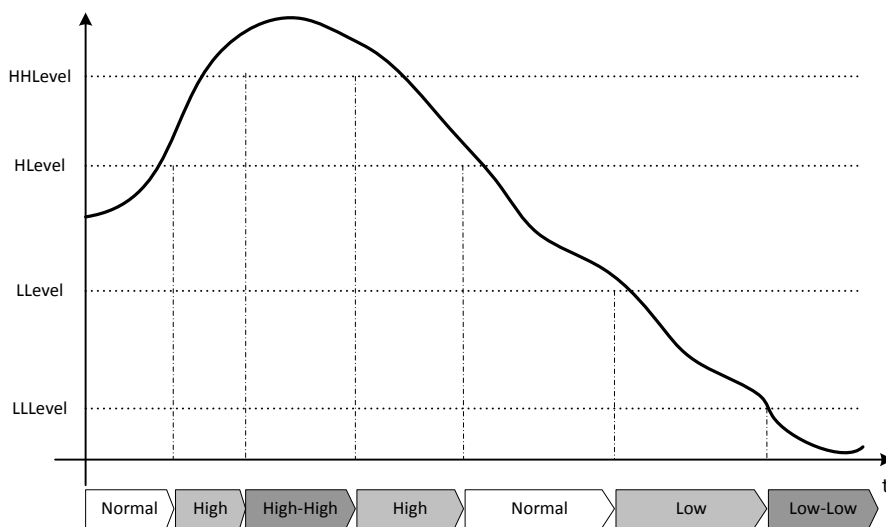


Figura 4.2. Cálculo da gama.

Contadores

Contador é um tipo especial de dados. O seu **VALUE** é um campo inteiro de 64 bit que permite a representação de números muito elevados, adequados para a contagem de energia e outras aplicações específicas. Para obter o valor real da entidade, a sua representação interna deverá ser multiplicada pelo campo de configuração **PULSE**, o que corresponde à amplitude do valor contado por contador, por outras palavras, a resolução do contador.

$$Value_{real} = Value \times Pulse \tag{4.3}$$

Outros campos, como **QUALITY**, **TIMETAG**, **ORIGIN**, **UNITS** e **MULTIPLIER** são geridos como para os outros tipos de entidades.

4.1.3 ENTIDADES DE CONTROLO

As entidades de controlo correspondem aos dados adquiridos a partir do processo ou gerados internamente pelo equipamento, mas o seu estado, contrariamente a entidades só de estado, pode ser controlado manualmente ou através de uma função. Estas entidades podem também ser saídas de funções definidas pelo utilizador (consultar a secção 4.5 - Automação programável pelo utilizador), na qual o código do utilizador deverá ser responsável pela sua atualização e gestão. Existem cinco tipos básicos: **Control** (Tabela 4.13), **DoubleControl** (Tabela 4.14) **IntegerControl** (Tabela 4.15), **StepPositionControl** (Tabela 4.16), **IntegerStepPositionControl** (Tabela 4.17) e **AnalogueControl** (Tabela 4.18).

Tabela 4.13. Campos da entidade Control.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	stVal	BOOL	Valor de estado do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação da qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Registo da data e hora da última alteração no valor do dado ou na sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração no valor do dado
CONTROL	Oper.ctlVal	BOOL	Valor de controlo
CONTROLORIGIN	Oper.origin.orCat	INT8	Origem do controlo

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
TEST	Oper.Test	BOOL	Indicação de controlo de teste
MODEL	ctlModel	INT8	Indicação do modo de operação da máquina de estados do controlo
OPERTIMEOUT	operTimeout	UINT32	Temporização utilizada para monitorizar uma operação de acordo com o modelo de controlo
SELTIMEOUT	sboTimeout	UINT32	Temporização entre um comando de selecção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se um dado pode ser operado mais que uma vez depois da selecção
TYPE	pulseConfig.cmdQual	INT8	Indicação se a saída associada ao controlo é pulsada ou persistente
ONDUR	pulseConfig.onDur	UINT32	Duração de cada impulso da saída do controlo
OFFDUR	pulseConfig.offDur	UINT32	Duração entre impulsos consecutivos
NUMPULSES	pulseConfig.numPls	UINT32	Número de impulsos gerados
CAUSE	-	INT8	Motivo da rejeição da operação do último controlo
SELECTED	stSeld	BOOL	Indicação da selecção do controlo
SELECT	SBOw.ctlVal	BOOL	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da selecção do control
CANCEL	Cancel.ctlVal	BOOL	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem da anulação

Tabela 4.14. Campos da entidade DoubleControl.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	stVal	UINT8	Valor de estado do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação da qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração no valor do dado
CONTROL	Oper.ctlVal	BOOL	Valor do controlo
CONTROLORIGIN	Oper.origin.orCat	INT8	Origem do controlo
TEST	Oper.Test	BOOL	Indicação de controlo de teste
MODEL	ctlModel	INT8	Indicação do modo de operação da máquina de estados do controlo
OPERTIMEOUT	operTimeout	UINT32	Temporização utilizada para monitorizar uma operação de acordo com o modelo de controlo
SELTIMEOUT	sboTimeout	UINT32	Temporização entre um comando de selecção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se os dados podem ser operados mais que uma vez depois de serem seleccionados

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
TYPE	pulseConfig.cmdQual	INT8	Indicação se a saída associada ao controlo é pulsada ou persistente
ONDUR	pulseConfig.onDur	UINT32	Duração de cada impulso da saída do controlo
OFFDUR	pulseConfig.offDur	UINT32	Duração entre impulsos consecutivos
NUMPULSES	pulseConfig.numPls	UINT32	Número de impulsos gerados
CAUSE	-	INT8	Motivo da rejeição da última operação de controlo
SELECTED	stSeld	BOOL	Indicação da seleção do controlo
SELECT	SBOw.ctlVal	BOOL	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da seleção do control
CANCEL	Cancel.ctlVal	BOOL	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem da anulação

Tabela 4.15. Campos da entidade IntegerControl.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	stVal	INT32	Valor de estado do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação da qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado
CONTROL	Oper.ctlVal	INT32	Valor do controlo
CONTROLORIGIN	Oper.origin.orCat	INT8	Origem do controlo
TEST	Oper.Test	BOOL	Indicação de controlo de teste
MODEL	ctlModel	INT8	Indicação do modo de operação da máquina de estados do controlo
OPERTIMEOUT	operTimeout	UINT32	Temporização utilizada para monitorizar uma operação de acordo com o modelo de controlo
SELTIMEOUT	sboTimeout	UINT32	Temporização entre um comando de seleção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se os dados podem ser operados mais que uma vez depois de serem seleccionados
MIN	minVal	INT32	Valor máximo
MAX	maxVal	INT32	Valor mínimo
STEP	stepSize	UINT32	Passo entre valores de dados consecutivos
CAUSE	-	INT8	Motivo da rejeição da última operação de controlo
SELECTED	stSeld	BOOL	Indicação da seleção do controlo
SELECT	SBOw.ctlVal	INT32	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da seleção do control

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
CANCEL	Cancel.ctlVal	INT32	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem da anulação

Tabela 4.16. Campos da entidade StepPositionControl.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	valWTr.posVal	INT8	Valor de estado do dado
TRANSIENT	valWTr.transInd	BOOL	Indicação de dado num estado transitório
QUALITY	q	QUALITY	Informação de qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado
CONTROL	Oper.ctlVal	UINT8	Valor de controlo
CONTROLORIGIN	Oper.origin.orCat	INT8	Origem do controlo
TEST	Oper.Test	BOOL	Indicação de controlo de teste
PERSISTENT	persistent	BOOL	Indicação se a ativação da saída é persistente
MODEL	ctlModel	INT8	Indicação do modo de operação da máquina de estados do controlo
OPERTIMEOUT	operTimeout	UINT32	Temporização utilizada para monitorizar uma operação de acordo com o modelo de controlo
SELTIMEOUT	sboTimeout	UINT32	Temporização entre um comando de selecção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se os dados podem ser operados mais que uma vez depois de seleccionados
MIN	minVal	INT8	Valor mínimo
MAX	maxVal	INT8	Valor máximo
STEP	stepSize	UINT8	Passo entre valores de dados consecutivos
CAUSE	-	INT8	Motivo da rejeição da operação do último controlo
SELECTED	stSeld	BOOL	Indicação da selecção do controlo
SELECT	SBOw.ctlVal	UINT8	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da selecção do control
CANCEL	Cancel.ctlVal	UINT8	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem da anulação

Tabela 4.17. Campos da entidade IntegerStepPositionControl.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	valWTr.posVal	INT8	Valor de estado do dado
TRANSIENT	valWTr.transInd	BOOL	Indicação de dado num estado transitório

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
QUALITY	q	QUALITY	Informação de qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado
CONTROL	Oper.ctlVal	INT8	Valor do controlo
CONTROLORIGIN	Oper.origin.orCat	INT8	Origem do controlo
TEST	Oper.Test	BOOL	Indicação de controlo de teste
MODEL	ctlModel	INT8	Indicação do modo de operação da máquina de estados do controlo
OPERTIMEOUT	operTimeout	UINT32	Temporização utilizada para monitorizar uma operação de acordo com o modelo de controlo
SELTIMEOUT	sboTimeout	UINT32	Temporização entre um comando de selecção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se os dados podem ser operados mais que uma vez depois de seleccionados
MIN	minVal	INT8	Valor mínimo
MAX	maxVal	INT8	Valor máximo
CAUSE	-	INT8	Motivo da rejeição da operação do último controlo
SELECTED	stSeld	BOOL	Indicação da selecção do controlo
SELECT	SBOw.ctlVal	INT8	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da selecção do control
CANCEL	Cancel.ctlVal	INT8	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem do cancelamento

Tabela 4.18. Campos da entidade AnalogueControl.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	mxVal.f	FLOAT32	Valor de estado do dado
QUALITY	q	QUALITY	Informação de qualidade associada ao valor do dado
TIMETAG	t	TIME	Data e hora da última alteração do valor do dado ou da sua qualidade
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado
UNITS	units.SIUnit	INT8	Unidade SI na qual o valor do dado é representado
MULTIPLIER	units.multiplier	INT8	Valor multiplicador da unidade SI
MAGDEADBAND	db	UINT32	Banda morta utilizada para cálculo do valor
ZERODEADBAND	-	UINT32	Gama em torno do valor zero onde o valor do dado é forçado para zero
CONTROL	Oper.ctlVal	FLOAT32	Valor do controlo

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
CONTROLORIGIN	Oper.origin.orCat	INT8	Origem do controlo
TEST	Oper.Test	BOOL	Indicação de controlo de teste
MODEL	ctlModel	INT8	Indicação do modo de operação da máquina de estados do controlo
OPERTIMEOUT	operTimeout	UINT32	Temporização utilizada para monitorizar uma operação de acordo com o modelo de controlo
SELTIMEOUT	sboTimeout	UINT32	Temporização entre um comando de selecção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se os dados podem ser operados mais que uma vez depois de seleccionados
MIN	minVal	FLOAT32	Valor mínimo
MAX	maxVal	FLOAT32	Valor máximo
STEP	stepSize	FLOAT32	Passo entre valores de dados consecutivos
CAUSE	-	INT8	Motivo da rejeição da operação do último controlo
SELECTED	stSeld	BOOL	Indicação da selecção do controlo
SELECT	SBOw.ctlVal	FLOAT32	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da selecção do control
CANCEL	Cancel.ctlVal	FLOAT32	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem do cancelamento

A parte de estado da entidade é composta pelos campos **VALUE**, **QUALITY**, **TIMETAG** e **ORIGIN**, tal como para as entidades só de estado.

A parte do controlo é composta pelos campos **CONTROL**, **CONTROLORIGIN** e **TEST**. É dado um comando sobre o campo **CONTROL** através de um processo externo. Os campos **CONTROLORIGIN** e **TEST** deverão ser preenchidos ao mesmo tempo, indicando respetivamente o nível hierárquico da origem da alteração de dados e um atributo de teste opcional.

É da responsabilidade da aplicação que atualiza o estado da entidade aceitar ou rejeitar a ordem de comando baseada em vários critérios diferentes. Se a ordem de comando for rejeitada, o campo **CAUSE** será atualizado com o motivo correspondente à rejeição (ver Tabela 4.19 com as opções possíveis). Se o comando de controlo for aceite, será iniciada uma ação (por exemplo, operar uma saída digital) para despoletar uma mudança de estado; ou o estado será atualizado automaticamente no caso de se tratar de uma entidade interna. O campo **CAUSE** será também atualizado indicando que foi bem-sucedido e o fim da ação de controlo.

Tabela 4.19. Opções para o campo CAUSE.

Identificador	Valor	Descrição
UNKNOWN	0	Causa desconhecida
BLOCKED BY SWITCHING HIERARCHY	2	Pelo menos um nível de hierarquia de comando inferior está em modo local
SELECT FAILED	3	Cancelado devido a selecção mal sucedida
POSITION REACHED	5	Interruptor já na posição pretendida
BLOCKED BY MODE	8	Bloqueado pelo modo de operação actual
BLOCKED BY PROCESS	9	Bloqueado devido a eventos externos, ao nível do processo

Identificador	Valor	Descrição
BLOCKED BY INTERLOCKING	10	Bloqueado devido a encravamento dos dispositivos de comutação
BLOCKED BY SYNCHRO-CHECK	11	Bloqueado pela função de verificação de sincronismo
COMMAND ALREADY IN EXECUTION	12	Ação de controlo já em execução
BLOCKED BY HEALTH	13	Bloqueado devido a alguns eventos internos que evitam uma operação bem-sucedida
ABORTION BY CANCEL	15	Cancelado
TIME LIMIT OVER	16	Abortado; tempo limite excedido
OBJECT NOT SELECTED	18	Rejeitado devido a objeto de control não selecionado
OBJECT ALREADY SELECTED	19	Objeto de control já selecionado
NONE	25	Sem causa de rejeição; controlo executado
INCONSISTENT PARAMETERS	26	Rejeitado porque os parâmetros entre os serviços de control sucessivos não são consistentes

Os campos **VALUE** e **CONTROL** dependem do tipo de entidade específica:

- ◆ Tanto o valor e o controlo são Booleanos, se o tipo de entidade é **Control**;
- ◆ Valor enumerado com quatro opções (ver Tabela 4.5), se o tipo de entidade é **DoubleControl**; a ordem de comando é Booleana (apenas são permitidos comandos de abertura e fecho);
- ◆ Tanto o valor e o controlo são valores inteiros numéricos, se o tipo de entidade é **IntegerControl**;
- ◆ Valor numérico inteiro, se o tipo de entidade é **StepPositionControl**; **HIGHER** (incrementar valor de dados) e **LOWER** (diminuir valor de dados) são as alternativas para o comando de controlo;
- ◆ Tanto o valor e o controlo são valores de vírgula flutuante, se o tipo de entidade é **AnalogueControl**.

Para as entidades **StepPositionControl** existe também uma indicação que os dados estão em estado transitório (campo **TRANSIENT**).

Modelo de Controlo

São permitidas várias opções do modelo de controlo, com diferentes implementações da máquina de estados. Estão enumeradas na Tabela 4.20.

Tabela 4.20. Opções para controlo do campo MODEL.

Identificador	Valor	Descrição
STATUS ONLY	0	Não é permitida a ordem de controlo; equivalente à entidade de estado
DIRECT WITH NORMAL SECURITY	1	Execução direta sem seleção; sem monitorização do valor de estado
SELECT BEFORE OPERATE WITH NORMAL SECURITY	2	Seleção antes de execução; sem monitorização do valor de estado
DIRECT WITH ENHANCED SECURITY	3	Execução direta sem seleção; com supervisão do valor de estado
SELECT BEFORE OPERATE WITH ENHANCED SECURITY	4	Seleção antes de execução; com supervisão do valor de estado

Impulso do Controlo

No caso de entidades com comando de controlo Booleano, que podem ser associadas a saídas digitais, a forma do impulso de saída é definida pelos campos de configuração **ONDUR**, **NUMPULSES** e **OFFDUR** que representam respetivamente a duração do impulso, o número de impulsos e o tempo entre os impulsos (no caso em que mais que um impulso é configurado).

Gama de Controlo

No caso de entidades com uma ordem de controlo numérica (tipos de dados **IntegerControl**, **StepPositionControl** e **AnalogueControl**), uma gama de valores possíveis deverá ser definida. Os campos de configuração **MIN**, **MAX** e **STEP** especificam esta gama. As funções aplicacionais incorporadas têm gamas pré-definidas para as suas entidades específicas de controlo.

4.1.4 ENTIDADES DE PARÂMETROS

Os parâmetros operacionais correspondem também a entidades da base de dados. São habitualmente associados a funções aplicacionais incorporadas mas podem ser criados para funções definidas pelo utilizador (consultar a secção 4.5 - Automação programável pelo utilizador), caso em que o código do utilizador deverá ser responsável pela definição do seu modo de operação. Existem três tipos básicos: **OptionListSetting** (Tabela 4.21), **IntegerSetting** (Tabela 4.22) e **AnalogueSetting** (Tabela 4.23).



Apenas os parâmetros operacionais pertencentes a funções de aplicação incorporadas ou módulos definidos pelo utilizador correspondem a entidades de dados. Os parâmetros correspondentes aos módulos base do dispositivo e protocolos de comunicação pertencem à configuração do dispositivo e são geridos de um modo diferente

Tabela 4.21. Campos da entidade OptionListSetting.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
ACTIVE	setVal	UINT8	Valor efetivo do parâmetro, correspondente ao cenário de parametrização ativo
EDIT	-	UINT8	Valor do parâmetro correspondente ao cenário de parametrização atualmente em edição
MIN	minVal	UINT8	Mínimo da gama de parametrização
MAX	maxVal	UINT8	Máximo da gama de parametrização
STEP	stepSize	UINT8	Passo entre valores consecutivos da gama de parametrização

Tabela 4.22. Campos da entidade IntegerSetting.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
ACTIVE	setVal	INT32	Valor efetivo do parâmetro, correspondente ao cenário de parametrização ativo
EDIT	-	INT32	Valor do parâmetro correspondente ao cenário de parametrização atualmente em edição
MIN	minVal	INT32	Mínimo da gama de parametrização
MAX	maxVal	INT32	Máximo da gama de parametrização

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
STEP	stepSize	INT32	Passo entre valores consecutivos da gama de parametrização
UNITS	-	INT8	Unidade SI na qual o valor do dado é representado
MULTIPLIER	-	INT8	Valor multiplicador da unidade SI

Tabela 4.23. Campos da entidade **AnalogueSetting**.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
ACTIVE	setMag	FLOAT32	Valor efetivo do parâmetro, correspondente ao cenário de parametrização ativo
EDIT	-	FLOAT32	Valor do parâmetro correspondente ao cenário de parametrização atualmente em edição
MIN	minVal	FLOAT32	Mínimo da gama de parametrização
MAX	maxVal	FLOAT32	Máximo da gama de parametrização
STEP	stepSize	FLOAT32	Passo entre valores consecutivos da gama de parametrização
UNITS	units.SIUnit	INT8	Unidade SI na qual o valor do dado é representado
MULTIPLIER	units.multiplier	INT8	Valor multiplicador da unidade SI

Os parâmetros são geridos no âmbito dos cenários de parametrização (consultar a subsecção 5.1.5 - Gestão de Gamas de Parametrização). O campo **ACTIVE** indica o valor do parâmetro com que a função está a trabalhar naquele momento, ou seja, o valor correspondente ao cenário de parametrização ativo; o campo **EDIT** indica o valor do parâmetro do cenário editado naquele momento. Esta última característica é bastante útil quando é exigida a possibilidade de mudança de valor de parâmetros específicos pelo protocolo de comunicação.

O valor do parâmetro depende do tipo de entidade específico:

- ◆ Valor enumerado (inclui parâmetros Booleanos), se o tipo de entidade é **OptionListSetting**;
- ◆ Valor numérico inteiro, se o tipo de entidade é **IntegerSetting**;
- ◆ Valor numérico de vírgula flutuante, se o tipo de entidade é **AnalogueSetting**.

Os campos de configuração **MIN**, **MAX** e **STEP** especificam a gama de parametrização. As funções de aplicação incorporadas têm gamas pré-definidas para os seus parâmetros específicos.

Os campos enumerados adicionais permitem a indicação de unidades SI (**UNITS**) e multiplicador respectivo (**MULTIPLIER**) no qual o parâmetro é representado, para entidades **IntegerSetting** e **AnalogueSetting**.

4.1.5 ENTIDADES DAS GAMAS DE PARAMETRIZAÇÃO

O **SettingGroup** (Tabela 4.24) é um tipo particular de dados. Permite o acesso a alguma informação relativa a gamas de parametrização do equipamento (consultar a subsecção 5.1.5 - Gestão de Gamas de Parametrização).

O valor do campo **ACTIVEGROUP** deverá ser editado para mudar o cenário ativo durante o tempo de operação. Para editar o valor dos parâmetros para um cenário específico durante o tempo de operação, o valor do campo **EDITGROUP** deverá ser editado.

Tabela 4.24. Campos da entidade Setting Groups.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
NUMGROUPS	-	UINT8	Número do cenário de parametrização
ACTIVEGROUP	-	UINT8	Índice do cenário de parametrização ativo
EDITGROUP	-	UINT8	Cenário de parametrização atualmente em edição
TIMETAG	-	TIME	Registo de data e hora da última alteração do cenário de parametrização

4.1.6 ESTRUTURA DA INTERFACE DOS MÓDULOS

A interface das funções aplicacionais incorporadas no módulo base inclui um conjunto de entradas e saídas que correspondem a entidades da base de dados (existem também parâmetros operacionais para funções aplicacionais). Estas entidades são apresentadas em tabelas separadas ao longo deste documento com a informação seguinte:

- ◆ **Identificador:** nome utilizado como referência fixa para cada entidade;
- ◆ **Título:** breve descrição de cada entidade, específico para cada idioma e configurável pelo utilizador, utilizado por exemplo na HMI local ou nos ficheiros de registo de eventos;
- ◆ **Descrição:** descrição com explicação sucinta da semântica ou modo de operação da entidade;
- ◆ **Tipo:** acrónimo do tipo de entidade específico;
- ◆ **Mlt:** número máximo de entidades que podem ser associadas (aplicável apenas para entradas do módulo);
- ◆ **NV:** indicação que a entidade correspondente é não-volátil, ou seja, a informação de estado não é perdida durante os arranques do equipamento (apenas aplicável para saídas dos módulos);
- ◆ **Gama:** gama de parametrização (apenas aplicável para parâmetros de funções);
- ◆ **Valor de Fábrica:** o valor por defeito (aplicável apenas para parâmetros de funções).

4.2 DADOS GERAIS DO EQUIPAMENTO

A TPU S430 disponibiliza informação diversa de identificação e diagnóstico. Esta secção descreve a informação que corresponde ao equipamento como um todo. Outras informações de diagnóstico, relativamente a módulos específicos, tais como portas e protocolos de comunicação são descritas nas secções correspondentes.

Um módulo de *Watchdog* independente monitoriza todas as componentes de *hardware* e *software* e atua no caso de ser detetada uma falha maior.

4.2.1 IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DO DISPOSITIVO

A Tabela 4.25 lista a informação geral do equipamento, incluindo as entidades de identificação e diagnóstico. Esta informação pode ser acedida através do servidor *web*, de ferramentas ou interfaces de comunicação e está também disponível na interface local.

Tabela 4.25. Informação geral do equipamento.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Vendor	Fornecedor	TEXT	-	Fornecedor do dispositivo
Model	Modelo	TEXT	-	Modelo do dispositivo
SerialNumber	Número série	TEXT	-	Número de série do dispositivo
HWRevision	Revisão de HW	TEXT	-	Revisão de <i>hardware</i> do dispositivo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de <i>software</i> do dispositivo
Version	Versão	TEXT	-	Versão da configuração do dispositivo
ConfigurationType	Tipo de configuração	INT	-	Tipo de configuração do dispositivo
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição geral do dispositivo
OrderingCode	Código de encomenda	TEXT	-	Código de encomenda do dispositivo
Location	Local	TEXT	-	Local de instalação do dispositivo
Owner	Proprietário	TEXT	-	Proprietário do dispositivo
PowerSystemName	Nome do sist. de energia	TEXT	-	Designação do sistema de energia ao qual o dispositivo está ligado
Role	Função	TEXT	-	Papel do dispositivo
Health	Estado	INT	-	Estado do dispositivo
NumPowerUps	Num Power Ups	INT	Sim	Número de operações de arranque do dispositivo
NumWarmStarts	Num Warm Starts	INT	Sim	Número de operações do dispositivo com arranque a quente
ResetStatistics	Reiniciar Estatísticas	DIG CTRL	-	Repõe as estatísticas do dispositivo
OperationTime	Tempo de Operação	INT	-	Número de horas após o último arranque
SimulationMode	Modo de Simulação	INT CTRL	-	Dispositivo no modo simulação

Identificação do Dispositivo

Algumas das entidades que correspondem à identificação do dispositivo têm valores fixos. O identificador **Vendor** tem sempre o valor “Efacec” e **Model** o valor “TPU S430”. Outras entidades têm também valores fixos, mas são dependentes do dispositivo específico: é o caso de **SerialNumber**, **HWRevision**, **SWRevision** e **OrderingCode**.

O identificador **Version** reflete a versão da configuração, que pode ser definida pelo utilizador através das ferramentas de engenharia. É incrementada automaticamente cada vez que a configuração é alterada no dispositivo. A entidade **ConfigurationType** indica o tipo de configuração carregada atualmente.

Tabela 4.26. Tipo de configuração.

Estado	Valor	Descrição
Nenhum	1	Sem configuração carregada
Fábrica	2	Configuração de fábrica
Utilizador	3	Configuração de utilizador

O utilizador deve definir outras propriedades de identificação, tais como aquelas indicadas na Tabela 4.27. Correspondem à aplicação particular da TPU S430.

Tabela 4.27. Parâmetros de configuração geral do dispositivo.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Description	Descrição	Max 255 Char.	Descrição	Descrição geral do dispositivo
Location	Local	Max 32 Char.	Local	Localização de onde o dispositivo está instalado
Owner	Proprietário	Max 32 Char.	Proprietário	Proprietário do dispositivo
PowerSystemName	Nome do sist. elétrico	Max 32 Char.	Nome do sist. de energia	Nome do sistema de energia do dispositivo ligado
Role	Função	Max 32 Char.	Função	Papel do dispositivo

Diagnóstico do Dispositivo

O identificador **Health** representa a condição geral do dispositivo. Os seus valores e significados possíveis são descritos na tabela seguinte.

Tabela 4.28. Estado da condição.

Estado	Valor	Descrição
Ok	1	Sem problemas; operação normal
Warning	2	Problemas menores; operação possível
Alarm	3	Problemas graves; operação não é possível

Estatísticas do Dispositivo

Estão disponíveis entidades específicas com o objetivo de fornecer dados estatísticos, tais como **NumPowerUps**, **NumWarmStarts** e **OperationTime**. O controlo **ResetStatistics** permite ao utilizador eliminar esta informação.

4.2.2 IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DOS MÓDULOS DE HARDWARE

Cada módulo principal de *hardware* dispõe de dados de identificação e diagnóstico.

Informação da Carta de CPU

O identificador **Description** é o nome da carta cujo valor é "MAP8100". O **HWRevision** está dependente de uma carta específica. As entidades individuais identificam a revisão de *software* para cada processador.



Para uma identificação correta da versão de *software* a funcionar na TPU S430, deverá ser utilizada a entidade **SWRevision** em vez da revisão de *software* de qualquer processador específico.

No contexto da informação da carta de CPU, o identificador **Health** é o estado de operação deste componente particular. Está disponível informação sobre outros estados desta carta.

Tabela 4.29. Informação da carta de CPU.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da carta de CPU
HWRevision	Revisão de HW	TEXT	-	Revisão de <i>hardware</i> da carta de CPU
Cpu.SWRevision	Revisão de SW CPU	TEXT	-	Revisão de <i>software</i> da CPU principal
CpuOS.SWRevision	Revisão CPU OS SW	TEXT	-	Revisão <i>software</i> do sistema operativo da CPU principal
Dsp.SWRevision	Revisão DSP SW	TEXT	-	Revisão de <i>software</i> DSP
Health	Health	INT	-	Condição da carta de CPU
Temperature	Temperatura	ANL	-	Temperatura da carta de CPU
Voltage1	Tensão 1	ANL	-	Primeiro nível de tensão interno da carta de CPU
Voltage2	Tensão 2	ANL	-	Segundo nível de tensão interno da carta de CPU
CpuUser	Utilização Cpu Utilizador	ANL	-	Percentagem de processos normais executados em modo utilizador, a cada três segundos
CpuSys	Utilização Cpu Sistema	ANL	-	Percentagem de processos executados em modo kernel, a cada três segundos
Load1Min	Carga 1 Min	ANL	-	Carga do Sistema (número de processos na fila de execução do sistema) média para um minuto
Load5Min	Carga 5 Min	ANL	-	Carga do Sistema (número de processos na fila de execução do sistema) média para cinco minutos
Load15Min	Carga 15 Min	ANL	-	Carga do Sistema (número de processos na fila de execução do sistema) média para quinze minutos

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
MemFree	Mem livre	INT	-	Memória livre em kilobytes (KB)
MemUsed	Mem Usada	INT	-	Memória usada em kilobytes (KB)
DiskFree	Disco livre	INT	-	Espaço livre em disco em megabytes (MB)
DiskUsed	Disco Usado	INT	-	Espaço usado em disco em megabytes (MB)

Informação sobre a Carta de HMI

A informação disponível da carta de HMI é similar à descrita no caso da carta de CPU. O identificador **Description** é o nome da carta e tem sempre o valor "MAP8160".

Tabela 4.30. Informação da carta de HMI.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da carta de HMI
HWRevision	Revisão de HW	TEXT	-	Revisão de <i>hardware</i> da carta de HMI
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de <i>software</i> do CPU
Health	Condição	INT	-	Condição da carta de HMI
Temperature	Temperatura	ANL	-	Temperatura da carta HMI
Voltage1	Tensão 1	ANL	-	Primeiro nível de tensão interno da carta HMI
Voltage2	Tensão 2	ANL	-	Segundo nível de tensão interno da carta HMI

Informação sobre as Cartas de I/O

Está disponível para cada carta de I/O um conjunto semelhante de informação. No caso das cartas com entradas analógicas, o estado da entidade **Calibrated** indica o resultado do processo de calibração. Para outras cartas de I/O, esta saída não tem qualquer significado associado.

Tabela 4.31 Informação da carta de I/O.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da carta de I/O
HWRevision	Revisão de HW	TEXT	-	Revisão de <i>hardware</i> da carta de I/O
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de <i>software</i> do CPU de I/O
Health	Condição	INT	-	Condição da carta de I/O
Temperature	Temperatura	ANL	-	Temperatura da carta de I/O
Voltage1	Tensão 1	ANL	-	Primeiro nível de tensão interno da carta de I/O
Voltage2	Tensão 2	ANL	-	Segundo nível de tensão interno da carta I/O
Calibrated	Calibrado	DIG	-	Carta de I/O calibrada

4.2.3 WATCHDOG

Para além da auto-supervisão de todos os componentes de *hardware* e *software*, a TPU S430 inclui um módulo de watchdog que entra em funcionamento no caso de uma falha maior ocorrer.

São fornecidos dois níveis de operação:

- ◆ Um nível de alarme é despoletado no caso de falhas do dispositivo, quando a operação do dispositivo continua apesar da existência de algumas restrições. Não implica um rearme do dispositivo, apenas sinalização da condição de defeito.
- ◆ Um nível de rearme opera no caso de ocorrerem defeitos maiores, quando não é possível operar o dispositivo. Neste caso, o watchdog interno reinicializa todos os processos de modo a tentar restabelecer as condições normais de operação.



É disponibilizada na carta base de I/O uma saída específica de Watchdog, com um contacto do tipo *change-over* (consultar a subsecção 2.4.3 - Ligações de Entradas e Saídas Digitais). Esta saída opera nos dois níveis de *Watchdog* interno: alarme e rearme. Permanece ativa sempre que a alimentação estiver desligada.

Tabela 4.32. Informação do módulo de *Watchdog*.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Descrição	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de <i>software</i> do módulo
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do módulo
Status	Estado	DIG	-	Estado de <i>Watchdog</i>
OpCounter	Contador Operações	INT CTRL	Sim	Número de operações do <i>Watchdog</i>

O nível de alarme de Watchdog está também disponível na entidade **Status**. Pode ser utilizado para reportar o estado geral do dispositivo a outros equipamentos, através de um *link* de comunicação.

4.3 SINCRONIZAÇÃO HORÁRIA

Um relógio independente de tempo real disponibiliza informação precisa sobre a data e hora a todos os módulos e funções aplicacionais. Permite a datação de eventos externos e internos e de ficheiros de dados registados. Se o relógio for sincronizado por uma fonte temporal externa de precisão elevada, a comparação de eventos entre diferentes dispositivos na mesma subestação é possível. Estão disponíveis várias alternativas de sincronização temporal.

4.3.1 MODELO TEMPORAL

O relógio interno da TPU S430 definido para UTC permite, em conjunto com a tecnologia e componentes utilizados, a marcação temporal correta de todos os eventos com resolução de um milissegundo. O modelo temporal incorporado está preparado para processar a informação de calendário até 2100, incluindo a correção do ano bissexto.

Para além da representação do relógio UTC, a hora local correspondente é calculada sempre que a data e hora precisam de ser apresentados, por exemplo na HMI local, registo de eventos e ficheiros de registo de oscilografias ou servidor *web* embebido. Vários parâmetros são assim definidos pelo utilizador para este fim, de acordo com as Tabela 4.33, Tabela 4.34 e Tabela 4.35.

Tabela 4.33. Parâmetros de configuração da hora local.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
StdOffset	Standard Offset	± [00h00m..14h59m]	00h00m	Offset da hora local a partir de UTC durante a hora padrão
DayLightSavings > Status	DayLight Savings Active	OFF / ON	ON	Localização durante o horário de verão
DayLightSavings > Offset	DayLight Savings Offset	± [00h00m..14h59m]	01h00m	Offset da hora local a partir de UTC durante o horário de verão
DayLightSavings > Start	DayLight Savings Start	Ver Tabela 4.34	-	Horas locais da próxima mudança para horário de verão
DayLightSavings > End	DayLight Savings End	Ver Tabela 4.35	-	Hora local da próxima mudança para hora padrão

Tabela 4.34. Parâmetros de configuração da próxima mudança para hora de verão.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Format	Formato	DIA DO ANO / DIA DA SEMANA	DIA DA SEMANA	Formato da data
DayOfYear	Dia do Ano	[0.. 364]	90	Dia do ano
DayOfWeek > Day	Dia da Semana > Dia	DOMINGO / ... / SÁBADO	DOMINGO	Dia da semana
DayOfWeek > Week	Dia da Semana > Semana	PRIMEIRA / SEGUNDA / TERCEIRA / QUARTA / ÚLTIMA	ÚLTIMO	Semana do mês
DayOfWeek > Month	Dia da Semana > Mês	JANEIRO / ... / DEZEMBRO	MARÇO	Mês

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Time	Hora	[00:00:00.. 23:59:59]	01:00:00	Hora da mudança

Tabela 4.35. Parâmetros de configuração da próxima mudança para hora de inverno.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Format	Formato	DIA DO ANO / DIA DA SEMANA	DIA DA SEMANA	Formato da data
DayOfYear	Dia do Ano	[0.. 364]	300	Dia do ano
DayOfWeek > Day	Dia da Semana > Dia	DOMINGO / ... / SÁBADO	DOMINGO	Dia da semana
DayOfWeek > Week	Dia da Semana > Semana	PRIMEIRA / SEGUNDA / TERCEIRA / QUARTA / ÚLTIMA	ÚLTIMO	Semana do mês
DayOfWeek > Month	Dia da Semana > Mês	JANEIRO / ... / DEZEMBRO	OUTUBRO	Mês
Time	Hora	[00:00:00.. 23:59:59]	01:00:00	Hora da mudança

Este modelo permite a definição do fuso horário apropriado e do processamento opcional da hora de verão. O *offset* da hora padrão e da hora de verão são relativos ao fuso horário UTC. A data e hora de mudança da hora de verão podem também ser definidas (e respetiva mudança para hora de inverno). O utilizador pode definir os dias em que estas mudanças ocorrem sob uma de duas formas distintas: dia do ano ou dia da semana.

O dia da semana é apresentado no formato típico para a maioria dos países. A sua configuração necessita apenas de ser feita uma vez, dado que a TPU S430 calculará o dia do calendário respetivo todos os anos.

Em alternativa, o dispositivo suporta também o formato do dia do ano, que se trata de uma sequência simples a começar no 0 (1 de janeiro) e a acabar no dia 364 (31 de dezembro). Os anos bissextos não são suportados nesta sequência, o que significa que o dia 1 de março é sempre o 60 dia e não é possível definir o início e o fim da hora de verão para o dia 29 de fevereiro (o que será pouco usual). Neste formato de data, a configuração deve ser redefinida no início de cada ano, antes da mudança para horário de verão.

Os parâmetros de fábrica são ajustados para a configuração do fuso horário atual de Portugal continental (como exemplo), mas podem ser alterados de modo a representar a configuração de qualquer outro país.

4.3.2 RELÓGIO DE TEMPO REAL

A TPU S430 dispõe de um componente de relógio de tempo real (*RTC – Real Time Clock*) com alimentação de reserva fornecida por bateria de lítio. O RTC assegura que a hora é mantida no mínimo um mês quando o dispositivo é desligado ou ligado. A primeira vez que o dispositivo arranca ou sempre que for desligado por um longo período de tempo, e faltar energia ao RTC, a data e hora iniciará a 00:00:00 de 1 de janeiro de 1984.

O relógio foi concebido para uma precisão de 30 ppm, o que significa que é esperado um declive máximo de 3 segundos por dia quando o dispositivo é desligado e não há fonte de sincronização horária disponível.

Após o arranque do dispositivo, e antes deste ser sincronizado de novo, o RTC garante que o campo para marcação da hora de todas as entidades de dados é inicializado com a data e hora de arranque da TPU S430.

4.3.3 SINCRONIZAÇÃO

Para compensar o *drift* natural do relógio em modo autónomo, a TPU S430 deverá sempre ser sincronizada através de uma fonte temporal externa em condições de operação normais. O dispositivo está preparado para vários métodos de sincronização. Poderá haver mais que um protocolo de sincronização configurado simultaneamente, apenas sendo selecionado um de cada vez, dependendo da sua disponibilidade e prioridade definida.

O procedimento de sincronização é semelhante para todos os protocolos. Todos eles consistem na receção periódica de mensagens de sincronização a partir de um relógio principal externo. O relógio interno do dispositivo é adaptado quando esta mensagem é recebida pela primeira vez. No geral, não poderá ser conseguida plena precisão imediatamente após a primeira mensagem recebida, mas aumentará quanto mais mensagens forem recebidas e o relógio interno for ajustado.

A partir desse momento, é expectável que as mensagens seguintes tenham uma pequena diferença em relação ao relógio interno já ajustado. Se a diferença de tempo for menor que o erro aceitável, nenhuma ação é tomada. À medida que o tempo decorre, essa diferença aumentará devido ao declive e o relógio ajustar-se-á. É aplicado um filtro às mensagens para evitar uma resincronização incorreta devido a erros e demoras na transmissão entre o dispositivo e o servidor de tempo. No geral, mensagens esporádicas com grandes *offsets* do relógio interno são retiradas uma vez que não correspondem ao declive normal do relógio. Mesmo os *offsets* mais pequenos não serão imediatamente aceites, mas terão de ser confirmados com as mensagens seguintes. Os detalhes do filtro dependem do protocolo específico.

Quando o dispositivo para de receber mensagens de sincronização durante mais tempo que a temporização configurada, o que depende também do protocolo específico, o dispositivo passa a modo autónomo. O procedimento de sincronização será reiniciado depois de receber uma nova mensagem de sincronização. A entidade **Status** referida na Tabela 4.36 indica continuamente se o dispositivo é sincronizado por um relógio principal externo ou não.

Existe também uma entidade de dados que representa se o horário de verão está em vigor ou não.

Tabela 4.36. Informação do módulo de sincronização.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Descrição	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão do módulo de <i>software</i>
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do módulo
Status	Estado	DIG	-	Dispositivo sincronizado pelo relógio principal
DayLightSavings	Horário de verão	DIG	-	Indicação se o horário de verão está em vigor ou não

Sincronização por SNTP

O protocolo SNTP garante um método de sincronização através de interface Ethernet. É a opção *standard* a ser utilizada quando a TPU S430 está integrada no barramento de processo IEC 61850, mas pode igualmente ser utilizada sempre que o dispositivo for ligado à rede Ethernet.

A prioridade SNTP deverá ser definida em relação aos outros métodos de sincronização, numa escala de 1 a 5, em que o 1 é o valor mais alto de prioridade e o 5 o valor mais baixo, como descrito anteriormente. A Tabela 4.37 apresenta outras definições SNTP gerais.

Tabela 4.37. Parâmetros de configuração SNTP.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Priority	Prioridade	[1..5]	1	Prioridade SNTP em relação a outros protocolos de sincronização

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Mode	Modo	BROADCAST / UNICAST	BROAD.	Modo de sincronização
Period	Período	[1..86400] s	300	Tempo entre os pedidos ao servidor em modo <i>unicast</i>
Timeout	Temporização	[1..3600] s	300	Tempo máximo admitido para resposta do servidor em modo <i>unicast</i>
Count	Contagem	[1..25]	5	Número exigido para respostas corretas do servidor em modo <i>unicast</i>
Error	Erro	[1..1000] ms	500	Diferença temporal máxima admitida

São possíveis dois modos de operação: **UNICAST** e **BROADCAST**.

No modo de operação *broadcast* o dispositivo apenas recebe mensagens SNTP da rede e sincroniza o seu relógio por estas.

No modo de operação *unicast* é utilizado um mecanismo “ping-pong”, no qual o cliente (ou seja, o dispositivo) “pergunta” a hora ao servidor (ou seja, ao relógio principal). A TPU S430 executa uma sequência de mais que um pedido de modo a selecionar a resposta mais adequada. Deve ser recebido um número mínimo de respostas corretas do servidor, como especificado no campo **Count**. O tempo entre estas sequências de pedidos é definido pelo parâmetro **Period**. O máximo de tempo permitido para a resposta do servidor é definido pelo parâmetro **Timeout**.

O parâmetro **Error** define a diferença temporal máxima permitida e é válida para qualquer um dos modos de operação.

Podem ser definidos em modo *unicast* até cinco servidores SNTP diferentes. Cada um é identificado pelo endereço IP correspondente e pode ser independentemente ativado/ desativado. O utilizador pode definir uma prioridade diferente para cada servidor, a partir da lista de cinco níveis onde 1 significa prioridade máxima e 5 mínima. Isto indica a ordem a que deve ser solicitada informação temporal aos diferentes servidores. Caso dois servidores tenham níveis de prioridade análogos, o dispositivo dará preferência àquele com estrato mais elevado (isto é, o que estiver mais perto do relógio referência e assim com menos atraso temporal). A lista de parâmetros relativamente a cada servidor é mostrada na Tabela 4.38.

Tabela 4.38. Parâmetros de configuração do servidor SNTP.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
IP	IP	Max 16 Char.	192.1.1.1	Endereço IP do servidor
Status	Estado	OFF / ON	OFF	Servidor ativado/ desativo
Priority	Prioridade	[1..5]	1	Prioridade do servidor relativamente a outros servidores
MaxStratum	Stratum máximo	[1..15]	15	Máximo de nível stratum que é considerado como fonte de sincronismo válida.

As mensagens de sincronismo são também verificadas por motivos de consistência e só são aceites se o servidor indicar que está sincronizado e não tem um estrato inválido. A TPU S430 supervisiona periodicamente se cada servidor configurado está disponível e sincronizado. O estado atual de cada servidor é indicado no campo **Status** da entidade de dados correspondente, como mostra a Tabela 4.39.

Tabela 4.39. Informação do servidor SNTP.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Status	Estado	DIG	-	Estado de supervisão do servidor



O modo de operação *broadcast* não é recomendado e deve ser utilizado apenas para fins de teste. Em circunstâncias normais de operação, deverá ser utilizado o modo *unicast*, uma vez que o mecanismo “ping-pong” garante formas de compensar o atraso da rede entre o cliente e o servidor.



Uma precisão temporal de 1 ms pode ser alcançada através de sincronização SNTP. No entanto, são aplicadas algumas condições:

- ◆ O servidor temporal deverá ser um relógio principal de tempo real de alto desempenho e precisão, e sincronizado diretamente por uma fonte GPS.
- ◆ Deverá ser utilizado o modo de operação *unicast*.
- ◆ O número de componentes ativas de rede (exemplo, *switches*) entre o dispositivo e o servidor deve ser limitado, de modo a garantir a resposta adequada da rede; o cliente e o servidor deverão preferencialmente estar na mesma LAN.

A informação associada ao módulo SNTP está explicado na Tabela 4.40. O **Status** indica se o dispositivo está sincronizado por protocolo SNTP, ou seja, se existe pelo menos um servidor ON. O id numérico do servidor temporal que providencia a hora ao dispositivo é também indicado na entidade **Server**.

Tabela 4.40. Informação do módulo SNTP.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão do módulo de <i>software</i>
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do módulo
Status	Estado	DIG	-	Dispositivo sincronizado por protocolo SNTP
Server	Servidor	INT	-	Número do servidor que é o atual relógio principal

Sincronização por IRIG-B

A TPU S430 tem uma interface IRIG-B, preparada para receber um sinal desmodulado em formato IRIG-B 00x, x = 0 a 7. Pode ser utilizado para sincronizar o dispositivo, com uma precisão de 1 ms. Esta opção exige uma infraestrutura de rede dedicada para sincronização horária. As mensagens de sincronização são recebidas com um período fixo de um segundo.

A sincronização por entrada IRIG-B pode ser ativada no parâmetro correspondente **Status**. A prioridade de IRIG-B deve ser definida relativamente a outros métodos de sincronização, numa escala de 1 a 5 em que 1 é mais prioritário e o 5 menos prioritário, de acordo com o que foi explicado acima. A Tabela 4.41 apresenta outros parâmetros gerais IRIG-B.

Tabela 4.41. Parâmetros de configuração do IRIG-B.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Status	Estado	OFF / ON	OFF	Estado de IRIG-B

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Time	Hora	UTC / TZ / TZ+DLS / IEEE1344	UTC	Formato da hora enviado pelo servidor
Priority	Prioridade	[1..5]	1	Prioridade IRIG-B relativa a outros protocolos de sincronização
Timeout	Timeout	[1..3600] s	20	Tempo máximo permitido para esperar pelo sinal de IRIG-B

A TPU S430 está preparada para tratar diferentes tipos de configuração do servidor de tempo:

- ◆ Se a informação do servidor estiver disponível em formato UTC, o parâmetro **Time** deve ser definido para **UTC**; a TPU S430 calcula a hora local.
- ◆ Se a informação do servidor estiver disponível em formato hora local, mas o servidor não trata horário de verão, o parâmetro **Time** deve ser definido para **TZ**; a TPU S430 calcula a hora UTC.
- ◆ Se a informação do servidor estiver disponível em formato hora local e o horário de verão é também tratado pelo servidor, o parâmetro **Time** deve ser definido para **TZ+DLS**; a TPU S430 calcula a hora UTC.
- ◆ Se o servidor está de acordo com o standard IEEE 1344, a opção correspondente **Time** deve ser selecionado; a mensagem de sincronismo inclui a informação necessária para calcular a hora local, incluindo hora de verão.



Se **Time** for definido como **TZ** ou **TZ+DLS**, o modelo temporal da TPU S430 deve ser configurado adequadamente (consultar subsecção 4.3.1 - Modelo Temporal).



A informação sobre o ano não está incluída na mensagem de sincronismo no caso de sinais IRIG-B 00x, com x = 0, 1, 2 ou 3. O ano deve ser definido uma vez diretamente na TPU S430.

Pelo contrário, no caso de sinais IRIG-B 00x, com x = 4, 5, 6 ou 7, a informação do ano está incluída na mensagem de sincronismo.

A informação do módulo IRIG-B está na Tabela 4.42. O **Status** indica se a sincronização por IRIG-B está disponível.

Se for detetado o sinal de IRIG-B, é indicado o **SignalDetected**, no entanto, a sincronização horária será feita se o dispositivo está apto para interpretar as mensagens de sincronismo (**SignalOK**). O **FormatReceived** indica o tipo de IRIG-B recebido (IRIG-B 00x, x = 0 a 7) e **IEEE1344OK** indica que a mensagem está de acordo com a norma.

Se a sincronização por IRIG-B estiver ativada, o sinal está a ser corretamente recebido e interpretado, e é a source de tempo com maior prioridade, o dispositivo será sincronizado pelo IRIG-B, e o sinal **Sync** será ativo. Se o sinal IRIG-B falhar por mais tempo que o especificado no parâmetro **Timeout**, a mensagem IRIG-B irá parar de ser considerada como fonte temporal válida.

Tabela 4.42. Informação do módulo IRIG-B.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Info	Info	TEXT	-	Informação geral
Status	Estado	DIG	-	Sincronização por entrada IRIG-B
SignalDetected	Sinal detetado	DIG	-	Sinal IRIG-B detetado
SignalOK	Sinal OK	DIG	-	Sinal IRIG-B OK

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Sync	Sinc	DIG	-	Sincronização do dispositivo por entrada IRIG-B
FormatReceived	Formato recebido	TEXT	-	Formato da hora recebido
IEEE1344OK	IEEE 1344 OK	INT	-	IEEE 1344 mensagem OK

Sincronização por Protocolo de Comunicação

Como alternativa às opções anteriores, a TPU S430 pode ser sincronizada por protocolo de comunicação, se este suportar mensagens de sincronismo. Este método permite apenas uma sincronização temporal grosseira e por isso, deve ser utilizado se não for apresentada nenhuma alternativa ou como método de sincronização com baixo nível de prioridade no evento de todas as outras opções falharem. Para mais pormenores, consultar o capítulo 6 - Comunicações.

4.4 INTERFACE AO PROCESSO

Um módulo independente, com elevada prioridade de execução, é dedicado à interface da TPU S430 com o processo, ou seja, aquisição cíclica de entradas digitais e analógicas e controlo de saídas digitais. As entradas analógicas são processadas independentemente das entradas e saídas digitais, devido a diferentes restrições temporais associadas a cada tipo de interface. A Tabela 4.43 apresenta informação geral acerca do módulo de I/O.

Tabela 4.43. Informação do módulo de I/O.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Descrição	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão do módulo de <i>software</i>
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do módulo

A configuração da interface com o processo tem dois níveis distintos:

- ◆ A configuração física de cada ponto de I/O para cada carta no dispositivo;
- ◆ A configuração lógica de entidades de I/O, módulos e canais analógicos.

4.4.1 CONFIGURAÇÃO FÍSICA

A descrição nesta subsecção é aplicável a cada entrada e saída de cartas base ou expansão de I/O. Cada tipo de entrada ou saída tem parâmetros específicos, de acordo com o processamento associado.

Entradas Digitais

Todas as entradas digitais são simultaneamente adquiridas a cada milissegundo. A aquisição é sincronizada pelo relógio interno do dispositivo.

Cada entrada digital tem configurações independentes. A Tabela 4.44 descreve os parâmetros de cada entrada digital. Estes parâmetros permitem a configuração de filtros independentes de *debounce* e *chatter* que eliminam transições falsas de estados devido a perturbações na cablagem ou batimentos nos contactos.

Tabela 4.44. Parâmetros de configuração de entradas digitais.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
DebounceTime	Tempo de <i>debounce</i>	[1..128] ms	20	Tempo de filtragem
OscillationTime	Tempo de oscilação	[2..10000] ms	100	Período de oscilação mínimo
MaxNumChanges	Núm Máx alterações	[2..255]	5	Número máximo de alterações em modo oscilatório

Cada entrada pode ser sujeita a um filtro temporal. A transição de estado é assumida apenas se a entrada permanecer no novo estado para além do **DebounceTime**. Todas as outras transições são suprimidas. O mecanismo de filtragem não afecta a marcação correta da hora para cada novo estado, o que corresponde sempre ao momento da primeira transição da entrada. A Figura 4.3 ilustra os resultados desta operação de filtragem.

De modo a prevenir sobrecarga em canais dirigidos por eventos, um filtro de *chatter* é fornecido para eliminar operações excessivas das entradas digitais. Se uma entrada mudar duas vezes na mesma direcção em menos tempo que definido por **OscillationTime**, é definida como oscilatória. Isto corresponde a mudar a informação de qualidade da entidade de dados

associada para **QUESTIONABLE**, com um identificador de detalhe de **OSCILLATORY**. O **OscillationTime** deve ser inferior ao período mínimo esperado no sinal correspondente em condições de operações reais.

Se este comportamento oscilatório persiste durante um número de transições de estado maior que o valor definido em **MaxNumChanges**, a qualidade da entidade é então definida como **INVALID** e não mais eventos são gerados para a entrada enquanto o sinal for oscilatório. Se **MaxNumChanges** é igual ao mínimo da gama de parametrização (2), o estado **INVALID** é imediatamente confirmado ao mesmo tempo que a entrada é definida como oscilatória (não é reportado qualquer estado intermédio **QUESTIONABLE**). A entidade permanece no estado **INVALID** (ou **QUESTIONABLE**) até que o estado pare de mudar mais que o **OscillationTime**. O filtro de *chatter* é ilustrado na Figura 4.4.

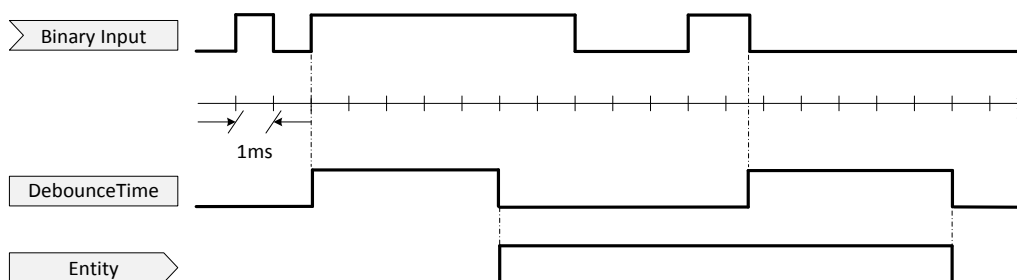


Figura 4.3. Filtro de Debounce.

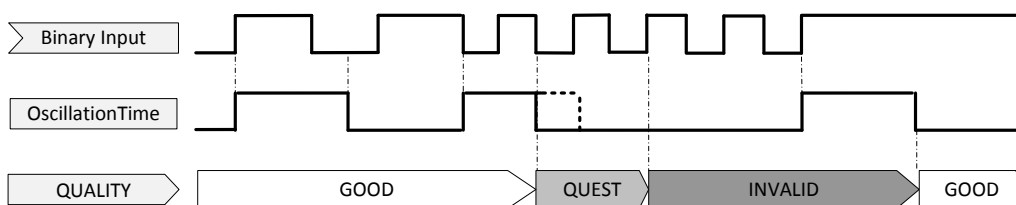


Figura 4.4. Filtro de Chatter.

As entradas digitais podem ser acedidas e associadas a entidades de base de dados através de módulos I/O, como apresentado na subsecção 4.4.2 - Módulos de I/O.

Saídas Digitais

As saídas digitais são operadas e o seu estado atualizado ao mesmo ritmo que as entradas digitais são obtidas. As saídas digitais podem ser associadas a entidades da bases de dados através de módulos de I/O, e podem ser configuradas como estados ou controlos, como apresentado na secção 4.4.2 - Módulos de I/O. Para saídas de estado, os parâmetros apresentados na Tabela 4.45 aplicam-se e definem a forma do impulso de saída. Quando a saída é associada ao valor de controlo da entidade, o impulso de saída é definido diretamente pelas características específicas da entidade, tais como os campos **NUMPULSES**, **ONDUR** e **OFFDUR** (ver subsecção 4.1.3 - Entidades de Controlo).

Tabela 4.45. Parâmetros de configuração de saídas digitais.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
PulseTime	Tempo de impulso	[0..60000] ms	0	Duração do impulso de saída
DelayTime	Tempo de atraso	[0..60000] ms	0	Atraso para operar a saída
ResetTime	Tempo de reposição	[0..60000] ms	0	Atraso para restabelecer a saída

Se os três parâmetros são definidos para zero, o impulso de saída segue exatamente o estado da entidade de dados (ou entidades) aos quais está associado. Os parâmetros adicionais podem ser definidos para implementar o atraso na operação do relé (**DelayTime**) e um atraso no rearme do relé (**ResetTime**). Se se pretender que a saída permaneça operada por um

intervalo de tempo fixo, mesmo que a entidade de dados associada rearme antes, deverá ser antes configurado o **PulseTime**. Neste caso **PulseTime** tem um valor diferente de zero, e **DelayTime** e **ResetTime** não são considerados. O comportamento do impulso de saída é representado nas Figura 4.5 e Figura 4.6.

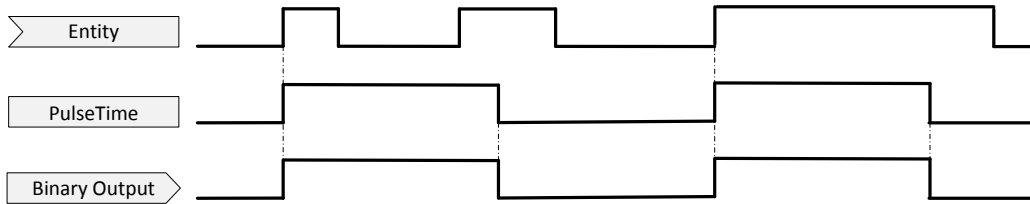


Figura 4.5. Impulso de saída (tempo de impulso).

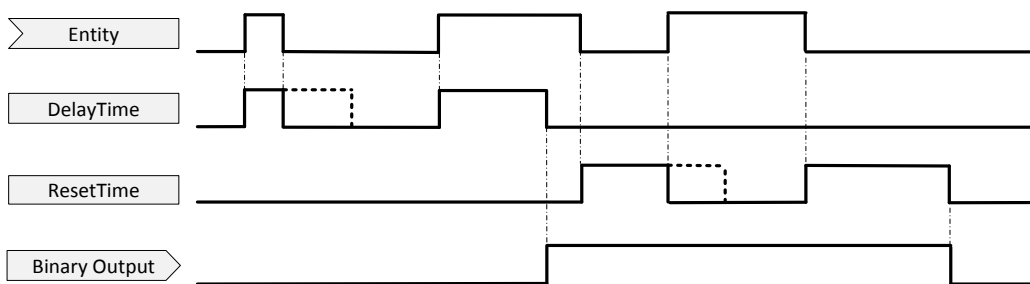


Figura 4.6. Impulso de saída (tempo de atraso e de rearme).

Entradas Analógicas c.c.

Cada entrada analógica c.c., como as entradas e saídas digitais, tem uma configuração independente. São suportadas tanto opções de entrada de corrente como de tensão. A Tabela 4.46 mostra os parâmetros que correspondem a cada entrada analógica c.c.

Tabela 4.46. Parâmetros de configuração de entradas analógicas c.c..

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Range	Gama	-1..1 mA / -5..5 mA / -10..10 mA / -20..20 mA / 0..1 mA / 0..5 mA / 0..10 mA / 0..20 mA / 4..20 mA / -5..5 V / -10..10 V / -150..150 V / -300..300 V / -1..1 V	-1..1 mA	Gama de operação da entrada
FilterTime	Tempo de filtro	[100..2000] ms	1000	Tempo de filtro

A **Range** permite a configuração da escala exata para cada entrada, para ajustar a gama do conversor externo com o máximo de precisão e resolução.



Para além do parâmetro **Range**, é necessário alterar também a configuração específica do hardware, como descrito na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O. O valor do parâmetro deverá ser suportado pelas ligações externas do hardware, nomeadamente a seleção entre entradas de corrente e de tensão.

Caso um valor de entrada estiver fora da gama definida, a qualidade da entidade dos dados associados está definido como **QUESTIONABLE**, com um qualificador de detalhes de **OUT OF RANGE**.

Todas as entradas analógicas c.c. são amostradas a uma frequência de 10 amostras por segundo. Um filtro que consiste na média de n amostras consecutivas podem ser configuradas no parâmetro **FilterTime** de modo a melhorar a precisão da medida. O valor da entrada analógica c.c. estará disponível periodicamente com um período igual a **FilterTime**.



Todas as entradas analógicas c.c. são calibradas em fábrica para assegurar a precisão adequada, de acordo com a especificação da TPU S430.

Entradas analógicas c.a.

Todas as entradas analógicas c.a. são amostradas de forma síncrona a uma taxa elevada. As diferentes taxas de amostragem (submúltiplos da original) e filtros digitais diferentes são depois implementados com objetivos distintos (medida, proteção e registo de perturbações).



Todas as entradas analógicas c.a. calibradas em fábrica asseguram uma precisão adequada, de acordo com a especificação da TPU S430.



A adaptação do valor nominal de cada entrada analógica é feita exclusivamente por configuração de software como descrito na subsecção 4.4.3 - Canais.

Cada entrada analógica c.a., como as entradas e saídas digitais, tem uma configuração independente. As Tabela 4.47 e Tabela 4.48 apresentam, respetivamente, os parâmetros correspondentes a cada entrada analógica de corrente e tensão c.a.

Tabela 4.47. Parâmetros de configuração de entrada de corrente.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
AngleRef	Angle Ref	OFF / ON	OFF	Entrada utilizada como referência de ângulo de fase

Tabela 4.48. Parâmetros de configuração de entrada de tensão.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
AngleRef	Angle Ref	OFF / ON	OFF	Entrada utilizada como referência de ângulo de fase

Se **AngleRef** apresenta o valor **ON**, indica que aquele sinal analógico em particular deverá ser selecionado para ser a entrada de fase de referência. Neste caso, a sua medida de fase será sempre zero, enquanto a medida de fase de todas as outras grandezas será referida a essa referência.



Apenas uma entrada analógica (tensão ou corrente) deverá ser configurada como entrada de fase de referência.

Se for configurada mais do que uma entrada como entrada de fase de referência ao mesmo tempo, esta configuração será rejeitada.

Se nenhuma entrada for configurada como entrada de fase de referência, a primeira de todas as entradas será automaticamente considerada (a primeira da primeira carta relativamente à ordem no equipamento)

Existe também um parâmetro de I/O geral, com impacto em todas as entradas analógicas c.a., em particular na sua taxa de amostragem, que é o valor nominal de frequência, e deverá corresponder à frequência aplicável do sistema de energia.

Tabela 4.49. Parâmetros de configuração de I/O geral.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
RatedFreq	Freq Nominal	50 Hz / 60 Hz	50 Hz	Frequência nominal do sistema de energia

4.4.2 MÓDULOS DE I/O

As entradas e saídas digitais estão associadas a entidades da base de dados através de módulos de I/O.

Os módulos de I/O permitem ao utilizador a criação de unidades funcionais, executadas diretamente utilizando pontos de I/O. Para além de permitir a ligação de pontos de I/O a outros módulos internos, protocolos de comunicação ou objetos de HMI (por exemplo, alarmes ou teclas funcionais), representam um recurso para implementar módulos funcionais configuráveis, equivalentes a funções aplicacionais incorporadas (consultar o capítulo 5 - Funções de aplicação) ou funções definidas pelo utilizador (consultar a secção 4.5 - Automação programável pelo utilizador) quando não é necessário qualquer código de utilizador, apenas representação de dados e/ ou controlos.

Diferentes tipos de pontos de I/O de cartas distintas podem ser associados ao mesmo módulo de I/O, sem restrições (exceto entradas analógicas c.a. que são geridas de um modo diferente, descrito na subsecção 4.4.3 - Canais), o que garante configurações altamente flexíveis. Os diferentes tipos de dados podem ser mapeados, de acordo com a seguinte descrição.

Entidades de Estado simples

Quando se seleciona esta opção, o estado da entidade de dados associada corresponde exatamente ao estado da entrada digital. Esta é uma configuração típica para entidades de estado Booleano (digital).

Entidades de Estado Duplas

Esta opção permite o mapeamento de entidades de estado duplas (normalmente para a representação da posição do disjuntor e de outros equipamentos) diretamente nos módulos de I/O, extendendo os mapeamentos disponibilizados por funções aplicacionais). Deverão ser atribuídas para este efeito duas entradas digitais consecutivas da mesma carta. A primeira deve corresponder ao estado **OFF** da entidade (a que está ativa quando o disjuntor estiver aberto, por exemplo) e uma última ao estado **ON** (a que está ativa quando o disjuntor está fechado). Consultar a secção 4.1 - Tipos de Dados para representação exacta de entidades duplas.

Um filtro opcional pode ser configurado para permitir a eliminação de estados intermédios (quando as duas entradas têm o valor zero). É ativado quando o parâmetro **IntermediateState** está **ON**. Se durante uma transição, o resultado das duas entradas permanecer no estado intermédio menos tempo que o definido em **FilterTime** este estado não criará um evento (a entidade muda diretamente de um estado final para outro). Se o resultado das duas entradas ainda estiver no estado intermédio quando o **FilterTime** expirar, o valor será então reportado; a datação é o momento exato da transição para o

estado intermédio. Este filtro não suprime estados inválidos (ambas as entradas ativas), estes serão sempre imediatamente reportados. A Figura 4.7 ilustra a ação deste filtro.

Tabela 4.50. Parâmetros de configuração de entidades de estados duplos.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
IntermediateState	Estado Intermédio	OFF / ON	OFF	Mostrar posição intermédia
FilterTime	Tempo de Filtragem	[0..30000] ms	10000	Tempo de filtragem da posição intermédia

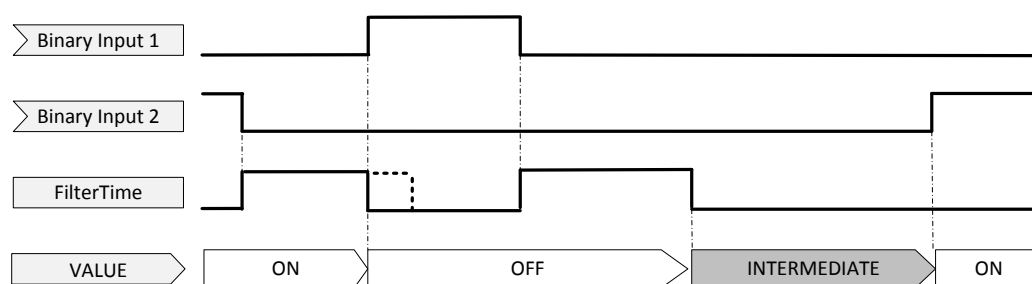


Figura 4.7. Filtragem de estados intermédios.

Entidades de Estado Inteiro

Esta opção permite a representação de entidades inteiras diretamente nos módulos de I/O (por exemplo, a utilização na representação da posição da tomada). Esta funcionalidade requer n entradas digitais consecutivas da mesma carta, tal como definido no parâmetro **NumBits**. A primeira entrada deverá corresponder ao bit menos significativo, a última ao mais significativo. São suportadas várias codificações inteiras: código binário *standard*, código *gray*, BCD, 1-of-N.

Tabela 4.51. Parâmetros de configuração de entidades de estado inteiras.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
NumBits	Num Bits	[1..6] bit ou [1..32] bit para 1-OF-N	1	Número de bits para representar valores inteiros
Code	Código	BINÁRIO / GRAY / BCD / 1-DE-N / COM SINAL BCD	DIGITAL	Codificação de valores inteiros

Entidades de Contadores de Impulsos

Esta opção permite o uso de entradas digitais para contar impulsos. Tal permite utilizar entidades do tipo Contador para contar o número de impulsos amostrados pela entrada digital. Pode ser feita a contagem de flancos ascendentes, descendentes ou ambos de acordo com o parâmetro **PulseType**. O comportamento do Contador é definido pelos atributos **UNITS**, **MULTIPLIER**, **PULSE**, **FREEZEENABLE**, **STARTTIME**, **PERIOD** e **RESET** da entidade correspondente.

Tabela 4.52. Parâmetros de configuração de entidades de contador de impulsos.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
PulseType	Tipo de impulso	FLANCO ASCENDENTE/ FLANCO DESCENDENTE/ AMBOS	FLANCO ASCENDENTE	Flanco usado para contagem

Saídas de Estado

Esta opção é utilizada para atribuir entidades digitais a saídas digitais que operarão de acordo com o estado da entidade. É útil, por exemplo, no caso de sinais de arranque e disparo.

Podem ser atribuídas até 16 entidades diferentes a uma só saída digital, em que a saída irá reagir à condição lógica OR dos valores de entidades agregados. É possível negar entidades; em casos de agregação de entidades, cada uma pode ser negada de forma independentemente.

A forma do impulso de saída é definida pelos parâmetros da saída correspondente.

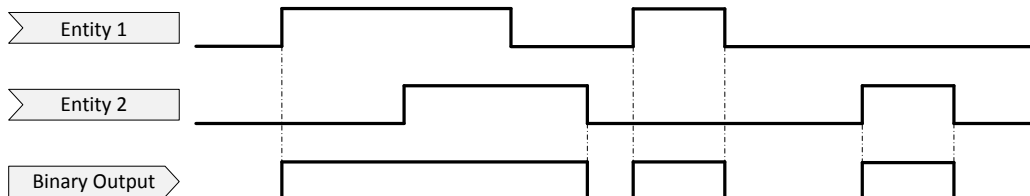


Figura 4.8. Impulso de saída no caso de uma condição lógica OR de várias entidades.

Entidades de Controle

Esta opção é utilizada para atribuir entidades de dados controláveis às entradas e saídas digitais. São suportadas tanto as entidades de estado simples ou duplo.

O estado da entidade, adquirida do processo, é mapeada nas entradas digitais, da mesma forma que as entidades de estado simples ou duplo (não controlável).

Cada saída atribuída é operada para um valor específico (configurável) da ordem de controle. A forma do impulso de saída é definida pelos atributos **NUMPULSES**, **ONDUR** e **OFFDUR** das entidades correspondentes.

Podem ser atribuídos vários valores da ordem de controle à mesma saída (no máximo 16). Neste caso, o impulso de saída é a condição lógica OR dos impulsos de saída dos controlo individuais. Isto torna-se particularmente útil, por exemplo, quando se quer atribuir uma saída comum para os comandos de abertura e fecho do disjuntor, como indica a Figura 4.9.

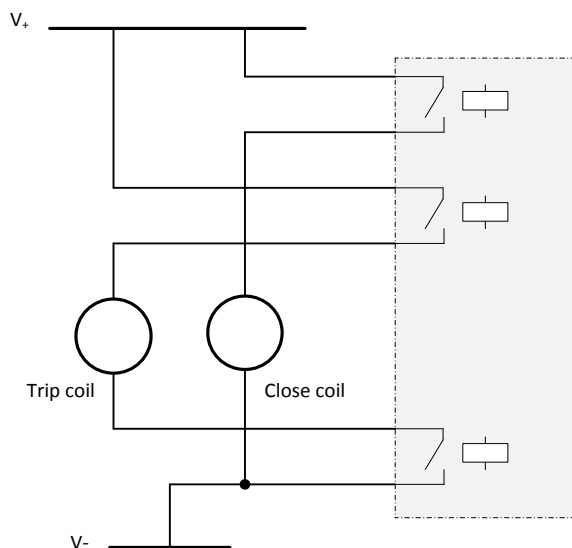


Figura 4.9. Exemplo de comandos de fecho e abertura do disjuntor com uma saída em comum.

Entidades de Controlo de Posição

Esta opção é usada para atribuir entidades inteiras controláveis diretamente em módulos I/O (por exemplo, para controlar e representar comutadores de tomadas). O estado da entidade, adquirido pelo processo, é mapeado nas entradas digitais, da mesma forma que as entidades de estado inteiras (não controláveis).

Cada saída atribuída é operada para um valor específico (configurável) da ordem de controlo. O valor 2 (H) é usado para subir posição da tomada e o valor 1 (L) é usado para baixar a posição da tomada. Todas as ordens são dadas com um impulso de um segundo nas saídas.

Entidades Analógicas c.c.

Esta opção é usada para atribuir entidades de dados de medida para entradas analógicas c.c.

O valor da medida pode ser lido diretamente da entrada ou pode ser configurada uma função de conversão. São suportados dois tipos de funções de conversão: polinomial e linear por troços.

Se o parâmetro **ConversionFunction** for definido para **POLINOMIAL**, ao valor da medida é dado pela equação (4.4), correspondente a um polinómio de até sétima ordem, com os coeficientes definidos pelos parâmetros **A7** a **A0**. A conversão linear é um caso particular de polinomial.

$$Y = a_7 \cdot X^7 + a_6 \cdot X^6 + a_5 \cdot X^5 + a_4 \cdot X^4 + a_3 \cdot X^3 + a_2 \cdot X^2 + a_1 \cdot X + a_0 \quad (4.4)$$

X é o valor da entrada e Y é o valor da medida resultante.

A conversão é linear se todos os parâmetros forem iguais a zero excepto **A1** e **A0**. Se apenas **A1** for diferente de zero e o seu valor for 1, vai ser obtida uma leitura direta da entrada.

Se o parâmetro **ConversionFunction** estiver parametrizado para **PIECEWISE LINEAR**, o valor da medida vai ser definido pelo conjunto de pontos com coordenadas definidas pelos pares de parâmetros (**Xi**, **Yi**), com $i = 1$ a 8. O número de pontos é definido no parâmetro **NumPoints**. É feita uma interpolação linear entre os pontos consecutivos.

Tabela 4.53. Parâmetros de configuração das entidades analógicas c.c.

Identificador	Título	Gama	Valor de Fábrica	Descrição
ConversionFunction	Função de conversão	POLINOMIAL / LINEAR POR TROÇOS	POLINOMIAL	Tipo de função de conversão

Identificador	Título	Gama	Valor de Fábrica	Descrição
Polinomial > A7 .. A0	Polinomial > A7 .. A0	[-99999..99999]	0,0	Coeficiente de ordem n do polinomial
Piecewise > NumPoints	Linear Troços > Num Pontos	[2..8]	2	Número de pontos da interpolação por troços
Piecewise > X1 .. X8	Linear Troços > X1 .. X8	[-99999..99999]	0,0	Coordenada x do ponto n
Piecewise > Y1 .. Y8	Linear Troços > Y1 .. Y8	[-99999..99999]	0,0	Coordenada y do ponto n

4.4.3 CANAIS

De uma forma semelhante aos módulos de I/O, os canais permitem a associação de entradas analógicas c.a. a módulos funcionais. Apenas as entradas de funções aplicacionais incorporadas podem ser associadas a canais. Não poderão ser utilizados em módulos de I/O ou funções definidas pelo utilizador; não estão disponíveis diretamente em interfaces de comunicação ou na interface ao utilizador; estão disponíveis apenas através dos resultados de cada função aplicacional.

Canais Base

Cada canal deve corresponder a um conjunto específico de TI ou TT externos associados, tipicamente um sistema de corrente ou tensão trifásico. Também podem ser usados noutros cenários, como por exemplo:

- ◆ Sistemas incompletos de corrente trifásicos (apenas um ou dois sinais de corrente disponíveis);
- ◆ Sistemas incompletos de tensão trifásicos (apenas um ou dois sinais disponíveis, tanto fase-terra como fase-fase), por exemplo, no caso de tensão separada para aplicações de verificação de sincronismo;
- ◆ Uma entrada independente de corrente de neutro obtida através de um transformador de corrente de neutro ou circuito externo Holmgreen;
- ◆ Uma entrada de neutro separada, obtida a partir de enrolamento independente ligado em triângulo aberto.

Por estas razões, pode haver no máximo três entradas analógicas c.a. para cada canal. As restrições seguintes aplicam-se:

- ◆ O mesmo canal não pode ter simultaneamente sinais de corrente e tensão;
- ◆ Nenhum sinal fase-terra e fase-fase deve ser misturado no mesmo canal (apenas canais A-B-C, AB-BC-CA são permitidos, ou subconjuntos dos últimos dois);
- ◆ Nenhum sinal de neutro deve ser misturado com outros sinais (apenas são permitidos canais N com uma entrada simples).

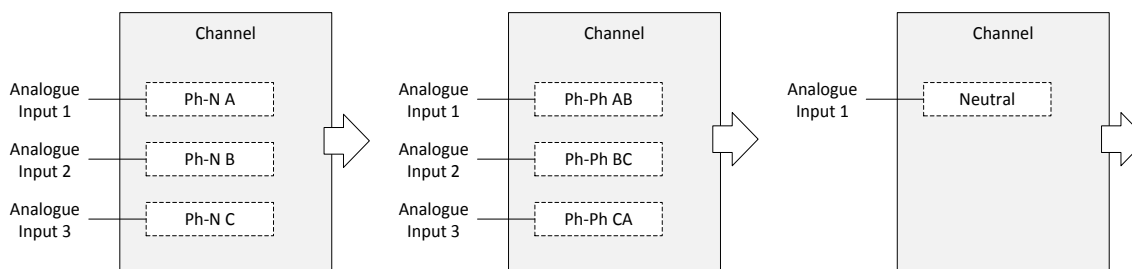


Figura 4.10. Configurações possíveis do canal.

A Tabela 4.54 apresenta os parâmetros que devem ser configurados para cada canal.

Tabela 4.54. Parâmetros de configuração de um canal base.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Id	Id	[1..20]	20	id de canal
Orientation	Orientação	FRENTE / TRÁS	FRENTE	Inversão de polaridade
Ratio	Relação	[1.0..20000.0]	100,0	Relação do transformador externo
PrimaryRatedValue	Valor Nominal Primário	[0.0..10000.0]	0.0	Valor nominal primário do TI (ou TT)

O **Ratio** é a relação de transformação do TI ou do TT externos. Permite a apresentação de saídas de medidas, ou registos de defeitos, com valores primários do sistema de energia. Este parâmetro pode ser também necessário para a operação adequada de algumas funções de aplicação. Todos os valores instantâneos e grandezas calculadas são disponibilizados em valores primários nas funções aplicacionais.

O **PrimaryRatedValue** é o valor nominal primário do TI (ou TT). No caso de entradas de tensão, o valor nominal primário refere-se à tensão primária fase-fase do TT.



O **PrimaryRatedValue** é utilizado por todas as funções de proteção, controlo e monitorização utilizando essa entrada c.a. em particular como referência base para os seus parâmetros de limiar de operação, se o seu valor está definido em p.u. (valor por unidade).

- ◆ Quando aplicado a sinais de corrente, 1 p.u. corresponde ao **PrimaryRatedValue**, em valores primários.
- ◆ Quando aplicado a sinais de tensão fase-fase, 1 p.u. corresponde ao **PrimaryRatedValue**, em valores primários.
- ◆ Quando aplicado a sinais de tensão fase-terra, 1 p.u. corresponde ao **PrimaryRatedValue** / $\sqrt{3}$, em valores primários.

Para mais informação acerca de cada parâmetro específico, consultar o capítulo 5 - Funções de aplicação.

O **Orientation** permite ao utilizador inverter a polaridade do sinal analógico c.a. relativamente à polaridade da entrada. Isto torna-se particularmente útil para sinais analógicos de corrente. A direção da corrente depende diretamente da ligação ao TI. O ponto de neutro de um sistema trifásico de TI ligados em estrela pode ser ligado em direção ao equipamento ou em direção contrária ao equipamento. O mesmo se aplica à ligação terra de um TI de neutro independente. O parâmetro **Orientation** permite a configuração adequada de cada canal de acordo com a convenção da TPU S430.



Todas as funções de aplicação da TPU S430 assumem que o sentido frente é do sistema para o equipamento a monitorizar e que o sentido trás é do equipamento a monitorizar para o sistema. Assim:

- ◆ Se o TI ligado em estrela for ligado na direção do equipamento, o parâmetro do canal **Orientation** deverá ser definido para o sentido frente.
- ◆ Se o TI ligado em estrela for ligado na direção contrária ao equipamento, o parâmetro do canal **Orientation** deverá ser definido para o sentido trás.

É disponibilizado um parâmetro independente para as funções de medição e contagem, o que garante maior flexibilidade de configuração. Por exemplo, é possível apresentar as medidas do sistema de energia na direção inversa (na direção contrária ao equipamento do sistema eléctrico), se é um requisito do utilizador, mesmo que todas as funções aplicacionais devam utilizar a direção frente como referência para esta operação.

Canais Derivados

Tabela 4.55. Parâmetros de configuração dos canais derivados.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Id	Id	[21..32]	21	Id do canal
Type	Tipo	SELECTOR	SELECTOR	Tipo de canal derivado

O canal **SELECTOR** é o mais apropriado para canais de tensão em topologias de múltiplo barramento e garante uma forma rápida de selecionar os sinais de tensão entre dois barramentos diferentes. Também pode ser aplicado tanto a sistemas monofásicos como trifásicos. Dois canais de base terão de ser associados ao novo canal derivado. Cada sinal no canal derivado é o sinal correspondente de um dos canais, selecionado de acordo com a condição digital associada à entrada **Seletor**.



Quando dois canais de base são combinados num canal derivado, devem ser do mesmo tipo (corrente ou tensão) e devem agrupar o mesmo número e tipo de grandezas.

4.5 AUTOMAÇÃO PROGRAMÁVEL PELO UTILIZADOR

A TPU S430 assegura um motor de lógica em conformidade com a norma IEC 61131-3, permitindo a implementação de funções de automação adicionais definidas pelo utilizador, com base em linguagens de programação *Structured Text* (ST) e/ou *Function Block Diagram* (FBD).

Instruções de como configurar e implementar programas de automação definidos pelo utilizador são descritas em [4].

Os programas de utilizador podem interagir diretamente com funções aplicacionais, módulos de I/O, e entidades de interface HMI. De modo a criar as necessárias entidades de base de dados adicionais, é possível acrescentar aos dispositivos lógicos existentes as funções de utilizador com as entidades exigidas (qualquer um dos tipos de dados padrão podem ser selecionados quando se define a função de utilizador).

Os parâmetros operacionais podem ser acrescentados às funções de utilizador, tornando esta característica acessível a programas implementados pelo utilizador. A configuração e gestão da parametrização operacional é explicada na subsecção 5.1.5 – Gestão de Gamas de Parametrização.

Tabela 4.56. Informação do módulo motor de lógica.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão do módulo de <i>software</i>
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do módulo
Mode	Modo	INT CTRL	Sim	Modo de operação controlável
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação do módulo

4.5.1 GESTÃO DE TAREFAS E EXECUÇÃO DE PROGRAMA

O motor de lógica é composto por duas tarefas pre-emptivas com diferentes níveis de prioridade (**Normal e Below Normal**). Os programas implementados pelo utilizador devem ser atribuídos a uma destas tarefas. Não existe preempção entre programas a funcionar na mesma tarefa, independentemente das opções de programação.

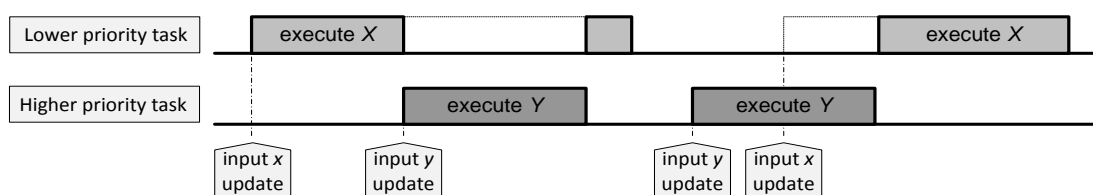


Figura 4.11. Exemplo de preempção entre tarefas.

Tabela 4.57. Informação sobre a tarefa.

Identificador	Gama	Descrição
Description	-	Descrição da tarefa
Name	-	Nome da tarefa
Priority	Alto / Acima do Normal / Normal / Abaixo do Normal / Baixo	Prioridade da tarefa

Identificador	Gama	Descrição
On-Event Execution	Buffered	Política de execução <i>on-event</i>
Use Source Time	Verdadeiro / Falso	Registo de hora corresponde ao momento em que o programa foi disparado

O escalonamento dos programas é uma propriedade do programa (é independente das tarefas); assim, os programas na mesma tarefa podem ter diferentes opções. O motor de lógica da TPU S430 suporta três configurações de escalonamento (não são mutuamente exclusivos), **Cyclic**, **OnEvent** e **Startup**:

- ◆ **Execução cíclica:** o programa é executado periodicamente, independentemente de alterações de entradas. O período de execução pode ser configurado ajustando o parâmetro **Cycle**. Se este parâmetro for definido para zero, o ritmo do programa corresponderá ao período mínimo da tarefa, o que varia de acordo com a prioridade da tarefa (ver Tabela 4.61. Limites do motor de lógica.).
- ◆ **Execução após ocorrência de eventos:** programa é executado pelas atualizações de entrada (ou seja, são executados independentemente do valor associado a uma das suas entradas, mesmo que esta não mude). Estes programas são executados imediatamente e não são afetados pelo ritmo das tarefas. A execução após os eventos é *buffered*, o que implica que, no caso de eventos simultâneos (várias entradas atualizadas ao mesmo tempo), as atualizações são todas mantidas e os programas executados uma vez para cada valor armazenado.
- ◆ **Execução aquando do arranque:** os programas são executados uma vez durante o arranque. Este método de escalonamento pode ser combinado com execução após a ocorrência de eventos de modo a assegurar inicialização do programa.

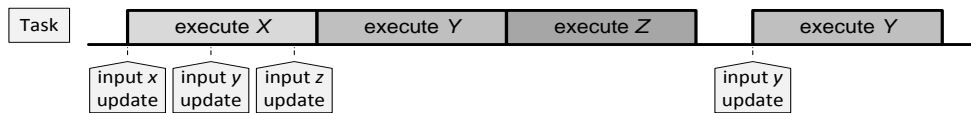


Figura 4.12. Exemplo de execução de eventos *buffered*.



O período de execução efetivo de programas configurados para execução cíclica corresponde ao valor de **Cycle** arredondado ao valor múltiplo mais próximo do período mínimo da tarefa

A execução do programa é feita segundo esta ordem:

1. Todos os valores de entradas são lidos;
2. O código do programa é processado;
3. Valores de saída são atualizados na base de dados do dispositivo.

Por defeito, é registada a hora das saídas no momento em que os seus valores são atualizados na base de dados do dispositivo. No entanto, se a opção **Use Source Time** está ativada, a marcação da hora da saída corresponde ao registo da entrada que despoletou a execução do programa (*n.b.*, esta característica está relacionada apenas com programas *on-event*).

Tabela 4.58. Informação de programa.

Identificador	Gama	Descrição
Description	-	Descrição do programa
Name	-	Nome do programa
Language	Diagrama de Blocos Funcionais / Texto Estruturado	Linguagem do programa

Identificador	Gama	Descrição
Scheduling	OnEvent / Cíclico / Arranque	Escalonamento do programa
Cycle	[0.. 9223372036854] ms	Período cíclico do programa

4.5.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA

Os programas de utilizador podem ser implementados em linguagens ST ou FBD (definido na norma IEC 61131-3). De modo a permitir ao utilizador tirar o maior partido de ambas as linguagens de programação, a utilização de funções ST em programas FBD e de funções FBD e também simples blocos funcionais em programas ST é directa.

As variáveis de interface de programa (*i.e.*, entradas e saídas de programas) deverão ser associadas a entidades da base de dados. É necessário especificar a política de escalonamento das entradas, ativando ou desativando o parâmetro **OnEvent**, para assim corresponder ao escalonamento do programa. Isto é particularmente importante em programas executados tanto ciclicamente como *on-event*, uma vez que partes do programa que são executadas de acordo com cada procedimento são determinadas pela configuração da entrada correspondente.

O motor de lógica suporta um número ilimitado de temporizadores *on-delay*, *off-delay*, e de impulso, como definido pela norma IEC 61131-3. É possível configurar até dez temporizadores como de tempo real (com resolução de 1ms). Para um temporizador ser processado em tempo-real, o programa deverá ser capaz de executar *on-event* e a entrada que origina o temporizador deverá ser configurada como **OnEvent**.

Tabela 4.59. Informação de variável.

Identificador	Gama	Descrição
Description	-	Descrição da variável
Name	-	Nome da variável
Type	Especificado em [4]	Tipo da variável
Initial value	Especificado em [4] (dependente do tipo de variável)	Valor inicial
Kind	Entrada / Saída / Interno / Retorno	Tipo de Interface
On-Event	Verdadeiro / Falso	Política de escalonamento da variável
Device Id	-	Correspondência com a base de dados do equipamento

4.5.3 BIBLIOTECA DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

O motor de lógica conta com uma biblioteca de sistema de automação que garante funções pré-definidas. As funções suportadas pela TPU S430 são apresentadas na Tabela 4.60.

Tabela 4.60. Blocos funcionais do sistema.

Identificador	Classe	Descrição
NOT	Álgebra booleana	Negação
AND	Álgebra booleana	Conjunção
OR	Álgebra booleana	Disjunção

Identificador	Classe	Descrição
XOR	Álgebra booleana	Ou exclusivo
ADD	Aritmética	Adição
SUB	Aritmética	Subtração
MUL	Aritmética	Multiplicação
DIV	Aritmética	Divisão
MOD	Aritmética	Módulo
SHL	Bit-Shift	Deslocar para a esquerda
SHR	Bit-Shift	Deslocar para a direita
ROL	Bit-Shift	Rodar para a esquerda
ROR	Bit-Shift	Rodar para a direita
EQ	Comparação	Igual
NE	Comparação	Diferente
GT	Comparação	Maior que
GE	Comparação	Maior ou igual
LT	Comparação	Menor que
LE	Comparação	Menor ou igual
SEL	Seleção	Selector
MAX	Seleção	Máximo
MIN	Seleção	Mínimo
LIMIT	Seleção	Limite
MUX	Seleção	<i>Multiplexer</i>
TP	Temporizadores	Temporizador de impulso
TON	Temporizadores	Temporizador on-delay
TOF	Temporizadores	Temporizador off-delay
SR	Standard	Bi-estável (set dominante)
RS	Standard	Bi-estável (reset dominante)
R_TRIG	Standard	Detetor de flanco ascendente
F_TRIG	Standard	Detetor de flanco descendente
CTU	Standard	Contador crescente
CTD	Standard	Contador decrescente
CTUD	Standard	Contador crescente/ decrescente
RAND_INT32	Não-standard	Inteiro com sinal de 32-bit aleatório
RAND_FLOAT32	Não-standard	Vírgula flutuante de 32-bit aleatório
SET_ACTIVE_GROUP	Dispositivo	Define grupos ativos
CTL_IN_BOOL	Controlos	Receção de controlo booleano
CTL_IN_INT32	Controlos	Receção de controlo inteiro de 32-bit
CTL_OUT_BOOL	Controlos	Execução de controlo booleano
CTL_OUT_INT32	Controlos	Execução de controlo inteiro de 32-bit

Identificador	Classe	Descrição
CLOCK	Funções temporais	Informação de data e hora atual
TIMEINFO	Funções temporais	Separa informação sobre hora e data em diferentes campos
INT8_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de inteiro com sinal de 8-bit
INT16_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de inteiro com sinal de 16-bit
INT32_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de inteiro com sinal de 32-bit
INT64_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de inteiro com sinal de 64-bit
UINT8_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de inteiro sem sinal de 8-bit
UINT16_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de inteiro sem sinal de 16-bit
UINT32_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de inteiro sem sinal de 32-bit
UINT64_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de inteiro sem sinal de 64-bit
FLOAT32_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de vírgula flutuante de 32-bit
FLOAT64_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de vírgula flutuante de 64-bit

4.5.4 BOAS PRÁTICAS DE PROGRAMAÇÃO

Os programas de utilizador devem ser cuidadosamente implementados, dado que influenciam o funcionamento do equipamento como um todo. Existem erros usuais que podem facilmente ser evitados pelo utilizador.

- ◆ Apesar de ser possível na programação ST, a utilização de ciclos não é aconselhável (instruções FOR, WHILE, ou REPEAT). Se necessário, deve ser feito com cuidado – os ciclos com um grande número de iterações podem comprometer o funcionamento de módulos do dispositivo.



A utilização de ciclos infinitos em programas de utilizador fará com que os módulos do equipamento deixem de funcionar.

- ◆ Programas com requisitos temporais rigorosos deverão ser configurados como **OnEvent** e associados à tarefa com maior prioridade, dado que a tarefa com maior prioridade não pode ser interrompida pela tarefa de menor prioridade (esta situação é exemplificada na Figura 4.11).
- ◆ De modo a evitar reações inesperadas durante o arranque do sistema, os valores iniciais devem ser atribuídos pelo utilizador a variáveis de saída.

4.5.5 LIMITES DO MOTOR DE LÓGICA

Tabela 4.61. Limites do motor de lógica.

Descrição	Geral	Prioridade elevada	Prioridade acima do normal	Prioridade normal	Prioridade abaixo do normal	Prioridade baixa
Número máximo de tarefas	5	1	1	2	2	3
Número máximo de programas	64	4	4	32	32	64
Número máximo de variáveis de programa	1024	1024	1024	1024	1024	1024

Descrição	Geral	Prioridade elevada	Prioridade acima do normal	Prioridade normal	Prioridade abaixo do normal	Prioridade baixa
Número máximo de instruções	10000	1000	10000	10000	10000	10000
Ciclo mínimo	-	50 ms	100 ms	250 ms	500 ms	1 s
Número máximo de temporizadores de tempo-real	10	10	10	10	10	10

4.6 HMI LOCAL

4.6.1 ECRÃ

A Tabela 4.62 indica os parâmetros da configuração relativos ao ecrã assim como a gama de valores permitida e os valores por defeito correspondentes. Como referido antes, estes parâmetros podem ser mudados enquanto a unidade está em funcionamento através do menu **Display**, na HMI local. Adicionalmente, é possível configurar até seis páginas de mímico com objetos que podem ser selecionados e operados.

Tabela 4.62. Parâmetros de configuração do Ecrã.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Screensaver	Screensaver	[0..60] min	5	Tempo limite para modo screensaver
Hibernation	Hibernação	[1..60] min	10	Tempo limite para modo hibernação
Contrast	Contraste	[0..100] %	50	Contraste do ecrã
Brightness	Luminosidade	[0..100] %	50	Luminosidade do ecrã
Language	Idioma	PORTUGUÊS / INGLÊS / ESPAÑHOL / FRANCÉS / ROMENO ² / RUSSO	ENGLISH.	Idioma do ecrã



Não é suficiente selecionar o idioma pretendido em **Language**. O idioma tem de ser adicionado ao projeto do Automation Studio para se encontrar disponível.

4.6.2 ALARMES

A TPU S430 suporta dezasseis alarmes configuráveis que, como visto na Tabela 4.66, podem ser:

- ♦ **Latched** – Alarme persistente. Após accionado, o LED permanecerá ativo até a tecla CLR ser pressionada (Tabela 4.65).
- ♦ **Unlatched** – O estado do LED seguirá o estado das entidades associadas.

Para cada alarme, é possível associar dezasseis entidades ou tipos diferentes, como visto na Tabela 4.63. Para mais informação sobre estes tipos, consultar a secção 4.1 - Tipos de Dados.

Tabela 4.63. Entradas de alarme.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Status	Estado	DIG / DB DIG / INT / DIG CTRL / DB CTRL / INT CTRL	16	Entradas de alarme

² Still under development

Tabela 4.64. Informação de alarme.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Led	LED	DIG	Sim	Estado de alarme LED vermelho
YellowLed	YELLOWLED	DIG	Sim	Estado de alarme LED amarelo

Tabela 4.65. Informação da tecla Clear.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
ResetLeds	Reset LEDs	DIG CTRL	-	LED do controlo repor

Quando existe mais que uma entidade associada a um alarme, o estado do alarme irá refletir o resultado do OU lógico do estado das entidades. Como indicado pela Tabela 4.66, onde os parâmetros relativos aos alarmes são mostrados, o utilizador pode seleccionar se um alarme é *latched* ou *unlatched*, se o alarme fica intermitente ou não e o valor associado ao LED vermelho e ao LED amarelo. Estes valores podem corresponder ao valor de uma única entidade ou ao valor do OU lógico de várias entidades para que o LED de alarme seja aceso, no entanto, não é possível definir o mesmo valor para ativar o LED vermelho e o LED amarelo no mesmo alarme. Os alarmes *unlatched* não podem ser configurados como intermitentes porque o utilizador poderia interpretar esse comportamento como o alternar do valor da entidade da base de dados associada ao alarme.

Para entidades Booleanas (DIG), é possível que o estado do LED seja negado relativamente ao estado da entidade Booleana (ou OU lógico) que este representa. Finalmente, o alarme pode também ser usado para representar a qualidade de entidades, ou seja, o LED acende se a qualidade for inválida. Para tal, o valor associado ao LED vermelho terá de ser i ou l.

Tabela 4.66. Parâmetros de configuração de alarme.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Red	Vermelho	-	-	Valor de dados que acende o LED vermelho
Yellow	Amarelo	-	-	Valor de dados que acende o LED amarelo
Type	Tipo	UNLATCHED / LATCHED	UNLATCH.	Modo de operação do alarme
Blink	Intermitente	NENHUM / LENTO / RÁPIDO	NENHUM	Modo intermitente
Text	Texto	Max 16 Car.	Alarme	Etiqueta do alarme

4.6.3 TECLAS FUNCIONAIS

Teclas funcionais são programáveis pelo utilizador e podem assumir a forma de:

- ◆ **Tecla de Controlo:**

A ação de pressionar a tecla dará uma ordem de controlo pré-definida na entidade associada a esta.

- ◆ **Tecla de estado:**

A tecla alterna os estados definidos nos LEDs.

- ◆ **Tecla de Estado e controlo:**

A tecla alterna as ordens de controlo baseadas no estado do led atual.

◆ **Tecla de Atalho:**

A tecla irá apresentar o menu selecionado pelo utilizador numa lista enumerada.

O estado mostrado nos LEDs e a ordem de controlo podem ser mapeados em entidades diferentes de tipos diferentes, como observado na Tabela 4.67. Para mais informações sobre estes tipos, consultar a secção 4.1 - Tipos de Dados.

Tabela 4.67. Informação de Teclas funcionais.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Control	Controlo	DIG / DB DIG / INT / DIG CTRL / DB CTRL / INT CTRL	-	Entidade controlada pela tecla funcional
Status	Estado	DIG / DB DIG / INT / DIG CTRL / DB CTRL / INT CTRL	-	Entidade apresentada nos LEDs da teclas funcional

Tabela 4.68. Parâmetros de configuração das teclas funcionais.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Red	Vermelho	-	-	Valor que acende o LED vermelho
Green	Verde	-	-	Valor que acende o LED verde
Type	Tipo	ESTADO / CONTROLO / ESTADO_CONTROLO / SHORTCUT	ESTADO	Modo de operação da tecla funcional
Shortcut	Atalho	MEDIDAS/ CONTAGEM/ REGISTO/ SUPERVISÃO/ CONTROLO/ REGISTO DE EVENTOS/ RELATÓRIO DE DEFEITOS/ PARÂMETROS/ CONDIÇÃO DA FUNÇÃO/ PARÂMETROS DE FUNÇÃO/ ESTADO DA FUNÇÃO/	MEDIDAS	Lista de menus que podem ser associados pelo utilizador à tecla de atalho

4.7 REGISTO DE EVENTOS

A TPU S430 está preparada para registar continuamente os eventos internos/ externos, ou seja, transições de entidades de dados. Todos os eventos são registados com uma resolução ao milissegundo.

O registo de eventos é mantido em memória não-volátil. O equipamento pode manter até 25 000 eventos, garantindo registo a longo-prazo que é, em geral, suficiente para garantir que os eventos podem ser obtidos manual ou automaticamente antes de serem substituídos por informação mais recente. Para uma gestão de memória mais simples, o registo de eventos está organizado em ficheiros individuais mais pequenos guardados na memória do dispositivo, até um máximo de 50, com 500 eventos cada (por norma). Tal reduz a grandeza de informação substituída pela mais recente quando a memória estiver cheia uma vez que apenas o ficheiro mais antigo é substituído pelo ficheiro que contém os novos eventos.

Dado que a frequência de criação de novos ficheiros durante as perturbações do sistema de energia pode ser menor que a frequência com que nova informação é gerada, os eventos mais recentes são mantidos temporariamente num buffer circular. Para evitar a perda de informação em qualquer situação, este buffer também se encontra numa memória não-volátil independente. Tal assegura que, mesmo no caso de reinício inesperado do dispositivo, a informação não é perdida, mas guardada permanentemente no ficheiro.

Apesar das medidas tomadas, se se perderem alguns eventos devido a uma avalanche de eventos, é gerada uma sinalização **BufferOverflow** como indicado pela Tabela 4.69.

Tabela 4.69. Informação do módulo de Registo de Eventos.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do modulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software do módulo
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do modulo
Health	Condição	INT	-	Condição do módulo
Mode	Modo	INT CTRL	-	Controlo do modo
MemClear	Limpar memória	DIG CTRL	-	Controlo para limpar a memória
EraseFiles	Apagar Ficheiros	DIG CTRL	-	Controlo para apagar os ficheiros de registo
ForceFile	Forçar Ficheiro	DIG CTRL	-	Controlo para forçar a criação de ficheiros de registo
NewLogFile	Novo Ficheiro de Registo	DIG	-	Indicação da criação de um ficheiro novo de registo
NumberEvents	Número de Eventos	INT	Sim	Número de eventos registados
BufferOverflow	Buffer Overflow	DIG	-	Perda de informação no buffer do registo de eventos
EventsLost	Eventos Perdidos	INT	Sim	Número de eventos perdidos

Tabela 4.70. Parâmetros de configuração do Registo de Eventos.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
HMIOrdering	Ordem HMI	ASCENDENTE / DESCENDENTE	ASCEND.	Ordem de apresentação de eventos na HMI local
HMIMaxEvents	Max Eventos HMI	[1..100]	50	Número máximo de eventos na HMI local

O registo de eventos pode ser acedido através da ferramenta de configuração ou do servidor web integrado. Por motivos de comodidade, os últimos eventos estão também disponíveis na HMI local. O número máximo de eventos apresentados na HMI local e a ordem com que estes são apresentados podem ser configurados, como visto na Tabela 4.70. Assim, o utilizador pode organizar a informação a ser apresentada da forma mais conveniente possível, quando o dispositivo está a ser testado na ausência de ferramenta de software. De salientar que o utilizador pode mudar, na HMI local, os parâmetros relacionados com a visualização de eventos; no entanto, neste caso, apenas será possível escolher o número de eventos apresentados até ao máximo de eventos parametrizado na configuração. Por outro lado, o servidor web permite visualizar até 1 500 eventos. Para mais informação, consultar a secção 7.14 - Registo de eventos.

Podem ser configuradas até 3 000 entidades no registo de eventos, de qualquer tipo de dados. O utilizador pode seleccionar para cada entidade a razão para a qual um evento é despoletado que, dependendo do tipo de dados, pode ser:

- ◆ Atualização de dados;
- ◆ Mudança de dados;
- ◆ Mudança de qualidade;
- ◆ Mudança de gama.

A palavra-chave Mudança indica que o valor do campo tem de mudar para que um evento seja gerado enquanto a palavra-chave Atualização indica que o valor do campo apenas tem de ser atualizado para que o evento seja gerado.

Quando uma entidade é seleccionada para ser registada, todas razões permitidas para despoletar um evento já se encontram seleccionadas com a exceção de Atualização de dados, quando a entidade é um controlo. Neste caso, a intervenção do utilizador é necessária para a seleccionar. A Tabela 4.71 mostra quais as razões permitidas para cada tipo de entidade e os campos associados. Quando um evento ocorre, todos os campos que foram seleccionados para gerar um evento são registados mesmo quando não são responsáveis por este. À parte destes campos, existem campos adicionais que são sempre registados quando ocorrer o evento.

Tabela 4.71. Razões para o registo e informação registada para cada tipo de dados.

Tipo	Referência	Razão para o registo	Campo usado para despoletar o evento	Campos registados
Digital	DIG	Mudança de dados	VALOR	VALOR QUALIDADE
		Mudança de Qualidade	QUALIDADE	TIMETAG ORIGEM
DoubleDigital	DB DIG	Mudança de dados	VALOR	VALOR QUALIDADE
		Mudança de Qualidade	QUALIDADE	TIMETAG ORIGEM
IntegerValue	INT	Mudança de dados	VALOR	VALOR QUALIDADE
		Mudança de Qualidade	QUALIDADE	TIMETAG ORIGEM
AnalogueValue	ANL	Mudança de Qualidade	QUALIDADE	AMPLITUDE INSTAMPLITUDE QUALIDADE

Tipo	Referência	Razão para o registo	Campo usado para despoletar o evento	Campos registados
		Mudança de gama	GAMA	TIMETAG GAMA ORIGEM
ComplexAnalogueValue	CPX ANL	Mudança de Qualidade	QUALIDADE	AMPLITUDE ÂNGULO INSTAMPLITUDE INST ÂNGULO QUALIDADE
		Mudança de gama	GAMA	TIMETAG GAMA ORIGEM
Counter	CNT	Mudança de Qualidade	QUALIDADE	QUALIDADE TIMETAG PULSE FROZENVALOR FREEZETIMETAG
		Atualização de dados	FROZENVALOR	ORIGEM
Control	DIG CTRL	Mudança de dados	VALOR	VALOR QUALIDADE
		Mudança de Qualidade	QUALIDADE	TIMETAG ORIGEM CONTROL
		Atualização de dados	CONTROLO	CONTROLORIGEM TESTE
			CAUSA	CAUSA SELECIONAR SELECIONARORIGEM
			SELECCIONAR	CANCELAR CANCELARORIGEM
CANCELAR				
DoubleControl	DB CTRL	Mudança de dados	VALOR	VALOR QUALIDADE
		Mudança de Qualidade	QUALIDADE	TIMETAG ORIGEM CONTROL
		Atualização de dados	CONTROLO	CONTROLORIGEM

Tipo	Referência	Razão para o registo	Campo usado para despoletar o evento	Campos registados
			CAUSA	TESTE CAUSA SELECIONAR
			SELECCIONAR	SELECCIONARORIGEM CANCELAR CANCELARORIGEM
			CANCELAR	
IntegerControl	INT CTRL	Mudança de dados	VALOR	VALOR QUALIDADE
		Mudança de Qualidade	QUALIDADE	TIMETAG ORIGEM CONTROLO
		Atualização de dados	CONTROLO	CONTROLORIGEM TESTE
			CAUSA	CAUSA SELECIONAR SELECCIONARORIGEM
			SELECCIONAR	CANCELAR CANCELARORIGEM
			CANCELAR	
StepPositionControl	STEP CTRL	Mudança de dados	VALOR	VALOR
			TRANSITÓRIO	TRANSITÓRIO QUALIDADE
		Mudança de Qualidade	QUALIDADE	TIMETAG ORIGEM CONTROL
		Atualização de dados	CONTROLO	CONTROLORIGEM TESTE
			CAUSA	CAUSA SELECIONAR SELECCIONARORIGEM
			SELECCIONAR	CANCELAR CANCELARORIGEM
CANCELAR				
IntegerStepPositionControl	ISTEP CTRL	Mudança de dados	VALOR	VALOR
			TRANSITÓRIO	TRANSIENT QUALIDADE
		Mudança de Qualidade	QUALIDADE	TIMETAG ORIGEM CONTROLO
		Atualização de dados	CONTROLO	CONTROLORIGEM

Tipo	Referência	Razão para o registo	Campo usado para despoletar o evento	Campos registados
			CAUSA	TESTE CAUSA
			SELECCIONAR	SELECCIONAR SELECCIONARORIGEM
			CANCEL	CANCELAR CANCELARORIGEM
AnalogueControl	ANL CTRL	Mudança de Qualidade	QUALIDADE	VALOR QUALIDADE TIMETAG
		Atualização de dados	CONTROL	ORIGEM CONTROLO
			CAUSA	CONTROLORIGEM TESTE CAUSA
			SELECCIONAR	SELECCIONAR SELECCIONARORIGEM
			CANCELAR	CANCELAR CANCELARORIGEM
OptionListSetting	OPT SET	-	-	-
IntegerSetting	INT SET	-	-	-
AnalogueSetting	ANL SET	-	-	-
SettingGroups	SET GRP	Atualização de dados	GRUPOATIVO	TIMETAG

4.8 RELATÓRIO DE DEFEITOS

O módulo Relatório de Defeitos é responsável pela criação de um relatório detalhado de ocorrências de defeito, que pode ser utilizado para auxiliar na análise pós-defeito. Este relatório irá agregar a informação mais relevante num bloco chamado **Summary**, uma lista cronológica de eventos num bloco chamado **Timeline** e regista as medidas pré-defeito e de defeito num bloco chamado **Measurements**. Enquanto o primeiro bloco de informação está sempre presente num Relatório de Defeitos, a presença dos restantes dois depende da configuração.

A informação presente no relatório é obtida automaticamente a partir de funções que se encontram na configuração o que remove a necessidade de configurações mais complexas pelo utilizador. Se forem registadas oscilografias durante o intervalo de tempo referente ao Relatório de Defeitos, esta informação estará presente no Relatório de Defeitos.

A TPU S430 é capaz de armazenar até 50 relatórios.

4.8.1 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Um Relatório de Defeitos é despoletado pelo arranque da função **Lógica de Disparo Trifásico** o que torna a sua presença obrigatória na configuração. Para além disso, terão de ser ligadas uma ou mais funções de proteção à Lógica de Disparo Trifásico para que um relatório possa ser elaborado:

- ◆ **Máximo de Corrente de Fase**
- ◆ **Máximo de Corrente de Terra**
- ◆ **Máximo de Corrente de Sequência Inversa**
- ◆ **Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-Aterrados**
- ◆ **Fecho-sobre-Defeito**

Adicionalmente, pode ser utilizada informação proveniente das seguintes funções:

- ◆ **Supervisão de Disjuntor**
- ◆ **Falha de Disjuntor**
- ◆ **Religação Automática**
- ◆ **Localizador de Defeitos**
- ◆ **Medidas Trifásicas**
- ◆ **Supervisão de TT**
- ◆ **Supervisão de CT**

Para as funções de proteção, apenas a informação proveniente das que estão ligadas à Lógica de Disparo Trifásico será usada no relatório ao passo que a informação disponibilizada pelas restantes funções, durante uma ocorrência, é usada sem limitações no **Summary** e / ou no **Timeline**.

Para tornar o relatório o mais completo possível, todas as funções mencionadas acima devem estar presentes na configuração. Funções em falta representam blocos de informação que podem não estar presentes no relatório porque, apesar de se poder obter algumas conclusões de diferentes funções, outras apenas são possíveis se uma função específica estiver disponível.

Relativamente à informação fornecida no Relatório de Defeitos, existem alguns aspetos de como essa informação é obtida que exige uma análise mais detalhada.

A direção do defeito apenas aparecerá no bloco **Summary** se o valor obtido das funções ativas no Relatório de Defeitos for o mesmo em todas elas. No entanto, mesmo que esta informação não seja fornecida, é possível visualizar o valor obtido de cada função na **Timeline**. Se o valor da função oscilar durante o Relatório de Defeitos, a direção do defeito apresentada na **Timeline** para essa função será desconhecido e como tal será necessário consultar o Registo de Eventos para visualizar todos os valores.

O Tipo de Defeito e o Loop de Defeito são obtidos primeiramente através do Localizador de Defeitos, se esta função não estiver disponível, o seu valor pode ser determinado a partir das funções de proteção que dispararam. Por outro lado, a impedância do defeito e localização do defeito só podem ser obtidos a partir do Localizador de Defeitos.

O Tempo de Defeito consiste no tempo decorrido desde o momento que a função de proteção arranca até ao primeiro rearme da Lógica de Disparo Trifásico ou, no caso de Religação Automática, o último rearme da Lógica de Disparo Trifásico que ocorreu antes da religação ter terminado. O tempo de início do relatório também corresponde ao momento em que a função de proteção arranca, no entanto, a sua conclusão depende de vários fatores, identificados abaixo:

- ◆ Nenhuma das funções de proteção disparou (sem Religação Automática):
Primeiro rearme da função de Lógica de Disparo Trifásico;
- ◆ Pelo menos uma das funções de proteção disparou (sem Religação Automática):
Receção do estado final do disjuntor (aberto, inválido ou falha de abertura do disjuntor) ou o tempo decorrido atingir o valor máximo permitido para aguardar por esta informação;
- ◆ Iniciada Religação Automática:
Pode terminar com o estado final bem-sucedido/ abortado ou apenas com a receção do estado final do disjuntor (aberto, inválido ou falha de abertura do disjuntor) quando o estado final é mal sucedido. Neste último caso, é estipulado um tempo máximo para receber esta informação.

No bloco **Summary** é disponibilizado uma lista de todas as funções que dispararam bem como informação pertencente à Religação Automática, quando esta se encontrar presente, e à Falha de Disjuntor, se esta ocorrer. Para a Religação Automática, o número de ciclos que ocorreu é mostrado assim como o estado final, ao passo que na Falha de Disjuntor é apresentada a data e a hora da ocorrência da falha, com resolução ao milissegundo.

Finalmente, é importante realçar que, no caso de ocorrer religação, o Tipo, Loop, Impedância, Localização e as Medidas de Defeito são referentes apenas ao primeiro ciclo.

4.8.2 INTERFACE

A Tabela 4.73 e Tabela 4.74 listam a informação que pode ser incluída no bloco **Summary** e no bloco **Measurements**, respetivamente.

A **Timeline** mostra os eventos mais relevantes por ordem cronológica que podem ser agrupados em três categorias:

- ◆ **Arranque**
Informação relativa ao arranque da função de proteção é agregada com formato:
<Function Title> pickup stage(s) x, x phase(s) x, x. Fault Direction x
- ◆ **Disparo**
Informação relativa ao disparo da função de proteção é agregada com formato:
<Function Title> trip stage(s) x, x phase(s) x, x
- ◆ **Registos**
Eventos importantes mostrados com formato:
<Date / time > <Function Title> <Element Title> <Element Value>

A Data / Hora aparece apenas nalguns eventos enquanto o valor do elemento aparecerá apenas se for relevante.

A Tabela 4.72 mostra informação adicional que não pertence a nenhum dos blocos mas que é incluída no relatório.

Para além da informação presente no relatório, o módulo Relatório de Defeitos fornece a informação listada na Tabela 4.75.

Tabela 4.72. Informação adicional do Relatório.

Informação	Descrição
Número do relatório	Número do relatório criado com a configuração atual
Modelo do dispositivo	Modelo do dispositivo
Número de série	Número de série do dispositivo
Versão da configuração	Versão da configuração presente no dispositivo quando o relatório foi criado

Informação	Descrição
Versão de Firmware	Versão de Firmware do dispositivo
Role	Papel do dispositivo
Owner	Proprietário do dispositivo
Localização	Localização onde o dispositivo está instalado
Nome do Sistema de Energia	Nome do Sistema de energia ao qual o dispositivo está ligado
Data de início	Data e hora de início do relatório com resolução de milissegundo
Data de fim	Data e hora de fim com resolução de milissegundo
Ficheiros de Registo de Oscilografia	Registo de perturbações que ocorreram durante o intervalo de tempo referente ao Relatório de Defeitos

Tabela 4.73. Relatório Summary.

Informação	Função(s)	Descrição
Fault Type	Localizador de defeitos / Funções de Proteção	Tipo de Defeito
Fault Loop	Localizador de defeitos / Funções de Proteção	Loop de Defeito
Fault Direction	Funções de Proteção	Direção do defeito dada pelas funções de proteção que arrancaram desde que os seus valores sejam iguais
Fault Time	-	Duração do defeito
Fault Location	Localizador de Defeitos	Distância do Defeito em Km
Fault Impedance	Localizador de Defeitos	Impedância do Defeito
Functions	Funções de Proteção	Lista de funções de proteção que disparou
3Ph Auto Recloser	Religação Automática	Número de ciclos e estado final (bem sucedido ou mal sucedido)
3Ph CB Failure	Falha de Disjuntor	Indicação da Falha de Disjuntor com data e hora com resolução ao milissegundo

Tabela 4.74. Medidas do Relatório.

Identificador	Título	Tipo	Função	Descrição
CurrentA	IA	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Corrente Fase A
CurrentB	IB	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Corrente Fase B
CurrentC	IC	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Corrente Fase C
ResidualCurrent	Ires	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Corrente residual
NeutralCurrent	Ineut	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Corrente neutro

Identificador	Título	Tipo	Função	Descrição
VoltageA	UA	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão Fase A
VoltageB	UB	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão Fase B
VoltageC	UC	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão Fase C
ResidualVoltage	Ures	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão residual
NeutralVoltage	Uneut	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão de neutro
VoltageAB	UAB	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão fase-fase AB
VoltageBC	UBC	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão fase-fase BC
VoltageCA	UCA	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão fase-fase CA
PositiveSeqCurrent	I1	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Corrente de sequência positiva
NegativeSeqCurrent	I2	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Corrente de sequência negativa
ZeroSeqCurrent	I0	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Corrente de sequência homopolar
PositiveSeqVoltage	U1	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão de sequência positiva
NegativeSeqVoltage	U2	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão de sequência negativa
ZeroSeqVoltage	U0	Medida Pré-defeito	Medidas Trifásicas	Tensão de sequência homopolar
SwitchCurrA	IA Cort	Medida de defeito	Supervisão de Disjuntor	Corrente interrompida durante a última operação de abertura, fase A
SwitchCurrB	IB Cort	Medida de defeito	Supervisão de Disjuntor	Corrente interrompida durante a última operação de abertura, fase B
SwitchCurrC	IC Cort	Medida de defeito	Supervisão de Disjuntor	Corrente interrompida durante a última operação de abertura, fase C

Tabela 4.75. Informação do módulo de Relatório de Defeitos.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software do modulo
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do módulo
Health	Condição	INT	-	Condição do modulo
Mode	Modo	INT CTRL	-	Controlo do modo

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
ReportStarted	Relatório Iniciado	DIG	Sim	Indicação de início do Relatório
ReportEnd	Fim do relatório	DIG	-	Indicação de fim do Relatório
MemClear	Apagar memória	DIG CTRL	-	Controlo para limpar a memória
ReportNumber	Número de relatórios	INT	Sim	Número de relatórios registados
ReportsLost	Relatórios perdidos	INT	Sim	Número de relatórios perdidos

4.8.3 PARÂMETROS

A Tabela 4.76 apresenta os parâmetros do Relatório de Defeitos.

Tabela 4.76. Parâmetros de configuração do Relatório de Defeitos.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
ReportFaultType	Tipo de Relatório de Defeito	Todos / Com disparo	Todos	Registrar um relatório sempre que ocorrer um defeito ou apenas no caso de haver disparo da função de proteção.
Timeline	Timeline	OFF / ON	ON	Ativar ou desativar o bloco Timeline
Measurements	Medidas	OFF / ON	ON	Ativar ou desativar o bloco Medidas



FUNÇÕES DE APLICAÇÃO

Neste capítulo são descritas as diversas funções de proteção e controlo disponíveis na TPU S430. Para cada uma delas são apresentadas as principais características de funcionamento e descritos o método de operação e âmbito de aplicação. São explicadas as diferentes características operacionais, a interface e esquemas de lógica associados. Inclui também o significado de cada parâmetro configurável assim como os valores de fábrica e gamas de regulação correspondentes.

ÍNDICE

5.1 DADOS FUNCIONAIS GERAIS	5-3
5.2 DIFERENCIAL RESTRITA DE TERRA	5-8
5.3 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE FASE	5-15
5.4 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE TERRA	5-24
5.5 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE SEQUÊNCIA INVERSA	5-34
5.6 ARRANQUE DE CARGA FRIA	5-41
5.7 SOBRECARGA COM IMAGEM TÉRMICA	5-46
5.8 FECHO-SOBRE-DEFEITO	5-50
5.9 DESEQUILÍBRIO DE CONDENSADORES	5-54
5.10 DETECÇÃO DE CONDUTOR PARTIDO	5-58
5.11 MÍNIMO DE CORRENTE / PERDA DE CARGA	5-61
5.12 MÁXIMO DE CORRENTE DE TERRA DIRECIONAL PARA SISTEMAS NÃO-ATERRADOS	5-65
5.13 DIRECIONAL DE POTÊNCIA	5-71
5.14 MÍNIMO DE TENSÃO DE FASES	5-77
5.15 MÁXIMO DE TENSÃO DE FASES	5-81
5.16 MÁXIMO DE TENSÃO RESIDUAL	5-85
5.17 MÁXIMO DE TENSÃO DE SEQUÊNCIA INVERSA	5-89
5.18 MÍNIMO DE FREQUÊNCIA	5-92
5.19 MÁXIMO DE FREQUÊNCIA	5-96
5.20 TAXA DE VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA	5-100
5.21 LÓGICA DE DISPARO TRIFÁSICO	5-105
5.22 SUPERVISÃO DO CIRCUITO DE DISPARO	5-107
5.23 FALHA DE DISJUNTOR	5-111
5.24 RELIGAÇÃO AUTOMÁTICA	5-115
5.25 VERIFICAÇÃO DE SINCRONISMO E DE PRESENÇA DE TENSÃO	5-127
5.26 BLOQUEIO DE FECHO DO DISJUNTOR	5-135
5.27 SUPERVISÃO DOS TRANSFORMADORES DE TENSÃO	5-138
5.28 SUPERVISÃO DOS TRANSFORMADORES DE CORRENTE	5-142
5.29 CONTROLO DE DISJUNTOR	5-146
5.30 SUPERVISÃO DE DISJUNTOR	5-150
5.31 CONTROLO DO SECCIONADOR	5-157
5.32 SUPERVISÃO DE SECCIONADOR	5-160
5.33 REGULAÇÃO AUTOMÁTICA DE TENSÃO	5-165
5.34 CONTROLO E SUPERVISÃO DE COMUTADOR DE TOMADAS	5-192
5.35 CONTROLO HORÁRIO	5-201
5.36 MEDIDAS TRIFÁSICAS	5-204
5.37 MEDIDAS MONOFÁSICAS	5-210
5.38 CONTAGEM DE ENERGIA TRIFÁSICA	5-214
5.39 LOCALIZADOR DE DEFEITOS	5-218
5.40 OSCILOGRAFIA	5-222

Total de páginas do capítulo: 226

5.1 DADOS FUNCIONAIS GERAIS

5.1.1 FUNÇÕES APLICACIONAIS

A TPU S430 oferece um conjunto de funções altamente configuráveis de proteção, controlo, supervisão monitorização. A sua interface modular foi especialmente concebida para favorecer a interligação de funções e simplificar o processo de configuração. Todas as funções aplicacionais foram desenhadas com o intuito de garantir uma correspondência simples e direta à norma IEC 61850, apesar de não se tratar de um aspeto limitativo.

A interface das funções consiste numa série de entradas, saídas e, na maioria dos casos, de parâmetros. É possível interligar as funções aplicacionais e ligá-las a funções definidas pelo utilizador, módulos de I/O, objetos de HMI (e.g., alarmes e teclas funcionais).

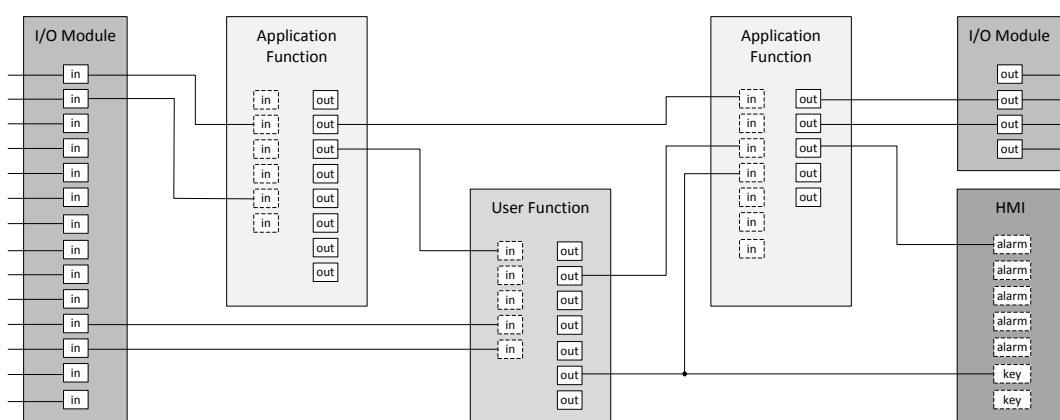


Figura 5.1. Exemplo de ligações entre as funções aplicacionais, funções do utilizador, módulos de I/O e objetos de HMI.

É suportada a multiplicidade de entradas (i.e., é possível atribuir várias entidades a uma só entrada), em que o valor considerado da entrada vai corresponder à condição lógica OR dos valores das entidades agregadas. É possível negar entradas de funções; em casos de multiplicidade de entradas, cada entidade associada pode ser independentemente negada.

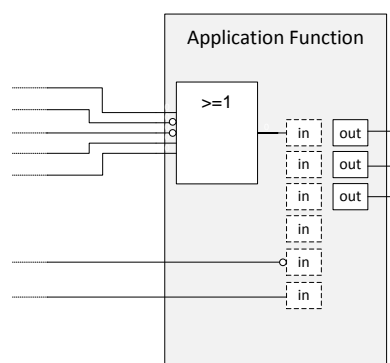


Figura 5.2. Multiplicidade e negação de entradas.

Todas as funções aplicacionais têm uma saída **Health** (condição) que indica o funcionamento normal (**OK**), o funcionamento normal mas com algumas restrições (**WARNING**), ou o não funcionamento do equipamento (**ALARM**). Os fatores que afetam a condição da função (normalmente a configuração errada das entradas e/ ou valores de parametrização errados) são específicos dessa função e descritos neste capítulo ao longo das secções respetivas.

5.1.2 DISPOSITIVOS LÓGICOS

As funções aplicacionais, funções definidas pelo utilizador, e módulos de I/O são organizados em dispositivos lógicos. A TPU S430 suporta até oito dispositivos lógicos pelos quais todas as funções podem ser distribuídas livremente. Cada dispositivo lógico tem parâmetros específicos que afetam todas as funções associadas a este.

Como explicado em detalhe ao longo desta secção, a gestão das funções é também específica do dispositivo lógico (*i.e.*, funções dentro de um dispositivo lógico podem ser simultaneamente configuradas independentemente dos restantes).

Tabela 5.1. Entradas do dispositivo lógico.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
LocalKey	Tecla local	DIG	1	Modo de operação local ao nível do painel
LocalStationKey	Tecla de estação local	DIG	1	Hierarquia de controlo ao nível da estação

Tabela 5.2. Informação do dispositivo lógico.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do equipamento
Mode	Modo	INT CTRL	Sim	Modo de operação controlável do equipamento lógico
Behavior	Modo Operação	INT	-	Modo de operação do equipamento lógico
Health	Condição	INT	-	Condição do equipamento
Local	Local	DIG	-	Modo de operação do controlo local ao nível do painel
LocalStation	Estação Local	DIG CTRL	Sim	Hierarquia de controlo ao nível da estação
SettingGroups	Gamas de Parametrização	SET GRP	-	Gestão dos cenários de parametrização
ActiveGroup	Grupo ativo	INT	-	Grupo ativo de parâmetros
EditGroup	Grupo em edição	INT	-	Grupo de parâmetros em edição

Tabela 5.3. Parâmetros de configuração do dispositivo lógico.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Description	Descrição	Max 255 Car.	Dispositivo Lógico	Descrição do dispositivo lógico
Multilevel	Multi-nível	OFF / ON	OFF	Modo de hierarquia de comando para controlo local

5.1.3 GESTÃO DO MODO DE OPERAÇÃO

Os modos de operação permitem a ativação ou desativação de funções e especificam o seu comportamento em relação a novos dados e pedidos de execução de comandos. A gestão do modo de operação só é fornecida para funções aplicacionais incorporadas – não tem qualquer efeito em módulos de I/O e deve ser programado pelo utilizador de modo a afetar as funções definidas pelo utilizador (ver secção 4.5 – Automação programável pelo utilizador).

A TPU S430 suporta três modos de operação diferentes: *on*, *off* e teste. Os modos de operação podem ser definidos por dispositivo lógico através de comandos na entidade **Mode** respetiva. Todas as funções de aplicação são afetadas pelo modo de operação do dispositivo lógico. Os modos de operação do dispositivo lógico selecionados são sempre apresentados nas entidades **Mode** e **Behavior**.

Os parâmetros **Operation** e/ou **Test** estão disponíveis em várias funções e, por vezes, um para cada escalão, permitindo mudar de modo de operação independentemente do dispositivo lógico. As funções aplicacionais com qualquer um destes parâmetros têm uma saída dedicada **Behavior** que indica o modo de operação em uso. As funções que tenham parâmetros diferentes **Operation** e/ou **Test** para cada escalão têm saídas **Behavior** separadas para todos os escalões. A Tabela 5.4 apresenta o modo como o comportamento da função é calculado baseado nestes parâmetros e no modo de operação do dispositivo lógico.

A qualidade das saídas da função é atualizada de acordo com o comportamento da função. Quando a função é desligada, a qualidade da saída é definida como inválida. A qualidade da saída de uma função a trabalhar em modo de teste permanece válida, mas a sinalização de teste é ativada.

Pedidos de execução de comandos e a qualidade dos dados recebidos são avaliados antes de ser processados pela função de aplicação (ver Tabela 5.5). Os comandos que não podem ser executados devido ao modo de operação indicam **BLOCKED BY MODE** como o motivo da rejeição.

Tabela 5.4. Hierarquia do modo de operação da função.

	Modo <i>on</i> do equipamento	Modo teste do equipamento	Modo <i>off</i> do equipamento
Modo da função <i>on</i>	ON	TEST	OFF
Modo da função teste	TEST	TEST	OFF
Modo da função <i>off</i>	OFF	OFF	OFF

Tabela 5.5. Modo de operação e comportamento da função de aplicação.

Modo de operação	<i>on</i>	Teste	<i>off</i>
Operação da função	ON	ON	OFF
Qualidade da saída	Não afetada	Teste	Inválido
Resposta ao comando normal	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
Resposta a comando de teste	Rejeitado	Aceite	Rejeitado
Dados recebidos (qualidade boa)	Processado como válido	Processado como válido	Não processado
Dados recebidos (qualidade de teste)	Processado como inválido	Processado como válido	Não processado
Dados recebidos (qualidade inválida)	Processado como inválido	Processado como inválido	Não processado

5.1.4 GESTÃO DA HIERARQUIA DE CONTROLO

A hierarquia de controlo é processada por dispositivo lógico, afetando todas as funções de aplicação associadas. Para ser processada em funções do utilizador, deverá ser implementada pelo utilizador em lógica programável (ver secção 4.5 - Automação programável pelo utilizador). Os módulos de I/O não estão sujeitos a hierarquia de controlo.

Os comandos dados sobre as entidades controláveis podem ser validados de acordo com a sua origem (*i.e.*, se foram executados manual ou automaticamente, e de onde foram emitidos). As origens dos controlos manuais e automáticos podem ser classificadas em três níveis diferentes: nível de painel (local), nível de estação (local ao nível da estação), e nível do centro de comando (remoto). Os comandos bloqueados pela hierarquia de controlo indicam **BLOCKED BY SWITCHING HIERARCHY** como motivo da rejeição.

É disponibilizado um vasto número de configurações da hierarquia de controlo, facilmente adaptáveis à pluralidade de diferentes cenários (ver Tabela 5.6). É possível mudar a hierarquia de controlo operando as entidades **LocalKey** e **LocalStationKey** do dispositivo lógico. Os estados destas entidades são refletidos nas entidades **Local** e **LocalStation**, respetivamente.

A entidade **LocalKey** permite ativar o modo local, assegurando que os comandos ao nível do painel são aceites. Ativar a entrada **LocalStationKey** permite que os comandos ao nível da estação sejam aceites (isto está sujeito a mais validação, como indicado na Tabela 5.6). De modo a conseguir uma maior flexibilidade é possível não configurar as entradas **LocalKey** e/ ou **LocalStationKey**, criando configurações adicionais de gestão da hierarquia de controlo.

É possível configurar a hierarquia de controlo do dispositivo lógico para que os comandos de mais que um nível sejam aceites ao mesmo tempo. Isto pode ser conseguido mudando o parâmetro **Multilevel** para **ON**. Neste caso, os comandos de todos os níveis são aceites se a hierarquia de controlo for definida para remota, caso seja definida para estação local, apenas os comandos ao nível do centro de comando são rejeitados. Esta definição só é aplicada a comandos manuais; a hierarquia de controlo para comandos automáticos é sempre multinível (não é possível desativá-la). Ao contrário dos parâmetros de função (ver subsecção 5.1.5 – Gestão de Gamas de Parametrização), o **Multilevel** é parte da configuração do dispositivo e não pode ser editada em tempo de execução.

Tabela 5.6. Validação da origem do controlo.

Multinível	LocalStationKey	LocalKey	Comandos ao nível do painel	Comandos ao nível da estação	Comandos ao nível do centro de comando
OFF	OFF	OFF	Rejeitado	Rejeitado	Aceite
OFF	OFF	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
OFF	OFF	desligado	Rejeitado	Rejeitado	Aceite
OFF	ON	OFF	Rejeitado	Aceite	Rejeitado
OFF	ON	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
OFF	ON	desligado	Aceite	Aceite	Rejeitado
OFF	desligado	OFF	Rejeitado	Aceite	Aceite
OFF	desligado	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
OFF	desligado	desligado	Aceite	Aceite	Aceite
ON	OFF	OFF	Aceite	Aceite	Aceite
ON	OFF	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
ON	OFF	desligado	Aceite	Aceite	Aceite
ON	ON	OFF	Aceite	Aceite	Rejeitado
ON	ON	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
ON	ON	desligado	Aceite	Aceite	Rejeitado
ON	desligado	OFF	Aceite	Aceite	Aceite
ON	desligado	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado

Multinível	LocalStationKey	LocalKey	Comandos ao nível do painel	Comandos ao nível da estação	Comandos ao nível do centro de comando
ON	desligado	desligado	Aceite	Aceite	Aceite

5.1.5 GESTÃO DE GAMAS DE PARAMETRIZAÇÃO

A maioria das funções de aplicação tem parâmetros configuráveis pelo utilizador. Esta característica está também disponível para funções definidas pelo utilizador (ver secção 4.5 - Automação programável pelo utilizador).

A TPU S430 dispõe de oito gamas de parametrização, o que permite criar oito perfis de proteção diferentes que podem ser ativados a qualquer altura. É possível selecionar a gama de parametrização independentemente para cada dispositivo lógico, afetando todas as funções de aplicação e funções definidas pelo utilizador associadas que contenham parâmetros. A entidade **SettingGroups** e **ActiveGroup** do dispositivo lógico indica qual o grupo atualmente ativo.

É possível mudar a gama de parametrização manualmente em tempo de execução, utilizando a HMI local ou ferramentas de engenharia, e automaticamente através de automação programável. Por omissão, a gama de parametrização é a gama 1 – este valor será utilizado até que outro seja selecionado. Não será possível definir um valor por omissão diferente ao configurar o equipamento.

Os parâmetros da função e as gamas de parametrização são persistentes mesmo após mudanças de configuração. Isto permite melhorias e correções à configuração feitas pelo utilizador sem perder valores de parametrização previamente configurados. A única exceção ocorre quando uma nova configuração do equipamento com um número diferente de dispositivos lógicos é enviada para a unidade. Neste caso o valor por defeito da gama de parametrização é restabelecido para todos os dispositivos lógicos (mesmo nestas circunstâncias, os parâmetros configurados não são perdidos).

5.2 DIFERENCIAL RESTRITA DE TERRA

5.2.1 INTRODUÇÃO

A função Diferencial Restrita de Terra é a proteção fase-terra da unidade que complementa a Proteção Diferencial. A combinação entre sensibilidade e rapidez permite detetar e eliminar em poucos segundos defeitos fase-terra dentro da área definida pelos transformadores de corrente associados à função.

5.2.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Esta aplicação só tem um escalão disponível. A operação do escalão é limitada pela característica de estabilização e por dois tipos de discriminadores de defeito. Um é baseado no algoritmo da amostra do parâmetro interno e o outro é baseado na característica direcional opcional (**DirDiscOperation**) com um ângulo de operação definido pelo utilizador (**OperationAngle**).

Princípio de Medição

O princípio base de operação da proteção Diferencial Restrita de Terra consiste na comparação do vetor da corrente de início com o vetor da corrente totalizada ($I_1+I_2+I_3$). Este tipo de proteção é recomendada quando o ponto neutro (correntes de sequência homopolar não é afetada pelo grupo de vetores do transformador, comutador de tomadas, correntes de *inrush* e finalmente pela sobrecarga da máquina. No entanto, em casos em que os transformadores de corrente saturam, as correntes residuais de diferencial podem ocorrer e alguns métodos de estabilização terão de ser aplicados para impedir disparos incorretos.

A função está preparada para proteger 5 zonas do transformador de corrente através da utilização de dois grupos de soma derivada associados ao enrolamento como indicado pela Figura 5.3.

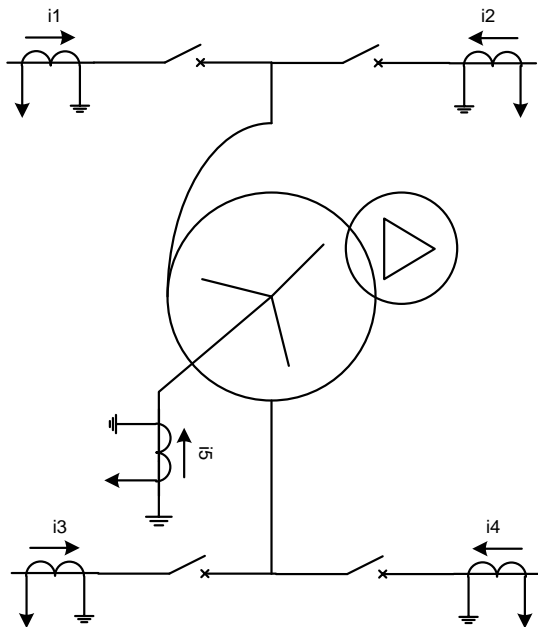


Figura 5.3. Zona de proteção de cinco transformadores de corrente numa Restrita de Terra aplicada a um Autotransformador.



A associação de grupos derivados de soma às entradas de corrente da aplicação é válida apenas se as relações dos TIs que são usados pelo grupo derivado soma forem iguais.

Tendo isto em consideração, aplicar fatores de compensação dos TIs e considerar que todas as correntes que estão a fluir para a zona protegida, pode-se calcular a corrente terra diferencial usando a equação seguinte:

$$[I_{d0}] = [i_{1L1} + i_{1L2} + i_{1L3} + i_{2L1} + i_{2L2} + i_{2L3}] + C_2 \cdot [i_{3L1} + i_{3L2} + i_{3L3} + i_{4L1} + i_{4L2} + i_{4L3}] + C_N \cdot [i_5] \quad (5.1)$$

Onde:

Tabela 5.7. Significado dos termos usados acima na expressão

Identificador	Significado
I_{d0}	Corrente diferencial residual [A]
i_{1L1}	Corrente Fase 1 do primeiro transformador de corrente [A]
i_{1L2}	Corrente Fase 2 do primeiro transformador de corrente [A]
i_{1L3}	Corrente Fase 3 do primeiro transformador de corrente [A]
i_{2L1}	Corrente Fase 1 do segundo transformador de corrente [A]
i_{2L2}	Corrente Fase 2 do segundo transformador de corrente [A]
i_{2L3}	Corrente Fase 3 do segundo transformador de corrente [A]
i_{3L1}	Corrente Fase 1 do terceiro transformador de corrente [A]
i_{3L2}	Corrente Fase 2 do terceiro transformador de corrente [A]
i_{3L3}	Corrente Fase 3 do terceiro transformador de corrente [A]
i_{4L1}	Corrente Fase 1 do quarto transformador de corrente [A]
i_{4L2}	Corrente Fase 2 do quarto transformador de corrente [A]
i_{4L3}	Corrente Fase 3 do quarto transformador de corrente [A]
C_2	Fator de compensação da relação do enrolamento secundário
C_N	Fator de compensação da relação residual
i_5	Corrente residual [A]

Em que os fatores de relação (C_x) são sempre calculados utilizando:

$$C = \frac{I_{NomCT}}{I_{NomCT\ referencewinding}} \frac{U}{U_{referencewinding}} \quad (5.2)$$

Em que:

Tabela 5.8. Significado dos termos usados na expressão acima.

Identificador	Significado
C	Fator de compensação da relação
I_{NomCT}	Corrente nominal do TI [A]
$I_{NomCTreferencewinding}$	Corrente nominal da fase do enrolamento do TI de referência [A]
U	Tensão nominal do enrolamento [kV]
$U_{referencewinding}$	Tensão nominal do enrolamento de referência [kV]

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativo à corrente do TI primário que está associado à entrada analógica I1.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.3)$$

Característica Restritiva

Como referido antes, a corrente diferencial medida na função Restrita de Terra não é suscetível à mesma grandeza de erros que afetam o diferencial de fase. De facto, a única restrição da sua operação é a saturação dos TIs. Assim, para garantir algum grau de restrição nestes casos, a função dispõe de uma característica de operação restritiva que depende da restrição (I_{res}) que reflete a grandeza de corrente que flui nos TIs. A grandeza da restrição é calculada da seguinte forma:

$$I_{res} = \text{Max}(I_N, |I_{1CT1}|, |I_{2CT1}|, |I_{3CT1}|, |I_{1CT2}|, |I_{2CT2}|, |I_{3CT2}|, |I_{1CTn}|, |I_{2CTn}|, |I_{3CTn}|, \dots) \quad (5.4)$$

Em que:

Tabela 5.9. Significado dos termos usados na expressão acima.

Identificador	Significado
I_{res}	Grandeza de restrição
I_N	Corrente residual [A]
I_{1CT1}	Corrente Fase 1 do primeiro transformador de corrente [A]
I_{2CT1}	Corrente Fase 2 do primeiro transformador de corrente [A]
I_{3CT1}	Corrente Fase 3 do primeiro transformador de corrente [A]
I_{1CT2}	Corrente Fase 1 do segundo transformador de corrente [A]
I_{2CT2}	Corrente Fase 2 do segundo transformador de corrente [A]
I_{3CT2}	Corrente Fase 3 do segundo transformador de corrente [A]
I_{1CTn}	Corrente Fase 1 do transformador de corrente n [A]
I_{2CTn}	Corrente Fase 2 do transformador de corrente n [A]
I_{3CTn}	Corrente Fase 3 do transformador de corrente n [A]

Ao usar a corrente de restrição, é possível ter a noção de como a saturação do TI pode ocorrer primeiro e é possível compilar uma característica de duas zonas distintas. A primeira zona é independente da grandeza de restrição e a separação do disparo da zona de não-disparo é feita apenas pelo mínimo de corrente diferencial definido pelo utilizador (**MinCurrValue**). Na segunda zona fica acima da grandeza de restrição definida pelo utilizador (**SlopeSwitchValue**), a grandeza de corrente diferencial necessária para o disparo é aumentada de acordo com o declive definido pelo utilizador (**SlopeValue**). A Figura 5.4. apresenta a característica restritiva.

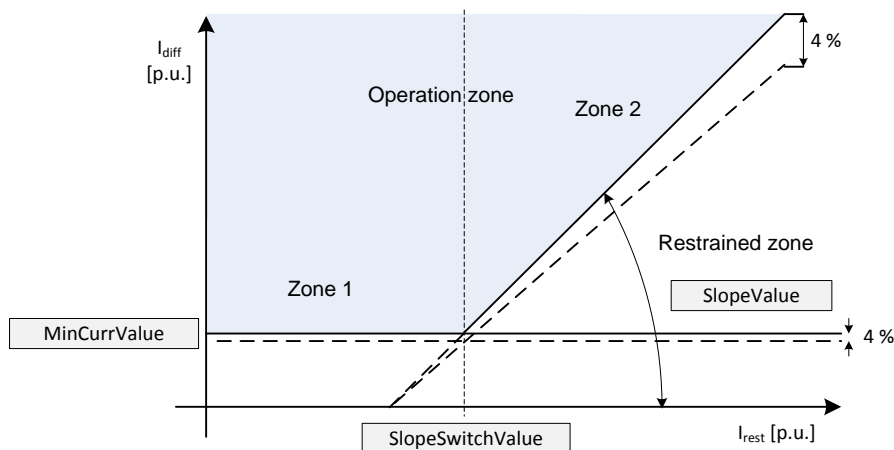


Figura 5.4. Característica restritiva de Diferencial Restrita de Terra.

Nesta aplicação, o tempo de disparo é constante e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro respetivo (**TripDelayTime**). Se o tempo de operação for definido para zero, o disparo será instantâneo. Se a amplitude de corrente residual calculada entrar na zona restrita da característica, a aplicação irá reiniciar o disparo instantaneamente. Uma histerese integrada garante a estabilidade adequada das saídas da função.

Discriminação do Defeito

Para além da grandeza de restrição, o disparo da aplicação pode ser bloqueado pelos dois elementos restritos adicionais. Um desses elementos usa um algoritmo sem parametrização para analisar as amostras de correntes diferenciais, para determinar se o defeito implica terra e se está dentro ou fora da zona protegida. O outro elemento é opcional e pode ser desativado ou ativado no parâmetro **DirDiscOperation**. Este elemento desempenha a verificação direcional utilizando um ângulo de operação definido (**OperationAngle**) que separa a zona de operação da zona de restrição. Este algoritmo é baseado nos critérios seguintes:

- ◆ Se o defeito terra for interno, então o ângulo teórico entre a corrente do ponto neutro e a sua soma (calculada a partir das correntes de fase do enrolamento) é zero;
- ◆ Se o defeito for externo, então o ângulo teórico entre as duas correntes é 180°.

Se admitirmos a corrente do ponto como referência, porque esta corrente tem sempre a mesma direção de todos os defeitos terra, é possível efetuar uma verificação direcional para distinguir defeitos internos dos externos.

Utilizar este princípio teórico e definir o ângulo de operação do relé como ângulo que define a zona de disparo em torno da corrente de ponto neutro. É possível criar duas zonas numa característica polar que separa os defeitos internos dos externos. Para evitar a decisões constantes de comutação nos limites das duas zonas, está presente um ângulo de 5° de banda morta nos critérios. Assim, o estado inicial é sem decisão e o ângulo cai dentro da banda morta de 5° dentro da zona de bloqueio, o disparo não é bloqueado. Se o estado inicial estiver bloqueado, o disparo será emitido se o ângulo cai abaixo do ângulo operacional. Se o estado inicial for desbloqueado o disparo será bloqueado se o ângulo subir acima do ângulo de operação do relé mais uma banda morta de 5°. A Figura 5.5 indica esta característica.

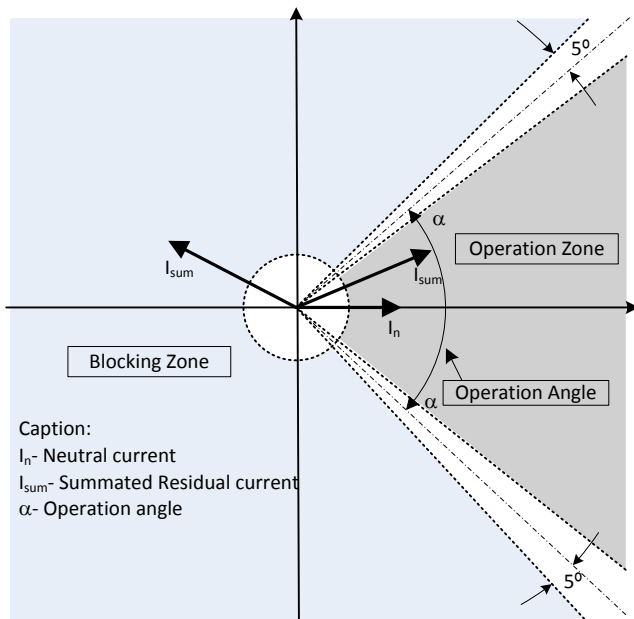


Figura 5.5. Característica Diferencial restrita de terra.

A verificação da direção é executada se a amplitude das duas correntes estiver acima de 3 % da corrente nominal. Com esta característica, um pequeno α indica um comportamento mais estável em condições extremas de defeito. Se a verificação direcional não for segura devido a pequenas correntes, então não é considerado para a decisão de disparo da aplicação.

Modo de Teste

A Proteção Diferencial Restrita de Terra pode ser colocada em modo de teste independentemente de outras funções (parâmetro **TestMode**). Também pode ser em modo teste se o Dispositivo Lógico que mantém a função em modo de teste. Este mecanismo permite validar as interações entre grupos específicos de aplicações sem afetar o restante que não está no mesmo modo.

Medidas

A Proteção Diferencial Restrita de Terra disponibiliza as seguintes medidas:

- ◆ Componente fundamental da corrente diferencial residual ;
- ◆ Grandeza restritiva (apenas amplitude).

Estão disponíveis na HMI local, no servidor Web integrado, ou via protocolo de comunicação, e, portanto, podem ser usadas para verificar que a função está a funcionar corretamente (validação dos parâmetros, polaridade dos TIs, etc...)

Condições de Bloqueio

A função garante uma entrada de bloqueio de função (**Block**) e um bloqueio de falha de TI (**CTFail**). Qualquer um deles pode ser livremente associado a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente **Blocked**.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existir canal analógico associado às entradas **I1** e **I0** (entrada **I2** é opcional);
- ◆ Os canais analógicos associados à entrada **I1**, e opcionalmente à **I2** não representam sistemas trifásicos;
- ◆ Os canais associados a **I0** não representam uma corrente de neutro separada.

A configuração é válida e a função opera em concordância.

5.2.3 INTERFACE

As entradas e as saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.10 e na Tabela 5.11, respetivamente.

Tabela 5.10. Entradas da função Diferencial Restrita de Terra.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I1	I1	ANL CAN	-	Correntes de fase do enrolamento primário
I2	I2	ANL CAN	-	Correntes de fase do enrolamento secundário
I0	I0	ANL CAN	-	Corrente residual
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
CTFail	Falha TI	DIG	3	Falha do transformador de corrente

Tabela 5.11. Saídas da função Diferencial Restrita de Terra.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo Operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
Pickup	Arranque	DIG	-	Arranque geral da função
Trip	Disparo	DIG	-	Disparo geral da função
BiasCurrent	Corrente Rest	ANL	-	Medida da corrente restritiva
DiffCurrent	Corrente Dif	CPX ANL	-	Medida da corrente diferencial

5.2.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12. Parâmetros da função Diferencial Restrita de Terra.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação da Função	OFF / ON	OFF	Operação da função
TestMode	Modo de Teste	OFF / ON	OFF	Função em modo teste
MinCurrValue	Iop Mínimo	$[0,05..1,0] \times I_r$	0,05	Limiar mínimo de operação da função
SlopeSwitchValue	Troca de Decliva	$[1,0..20,0] \times I_r$	1,0	Valor da corrente restritiva de troca de declive

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
SlopeValue	Valor Declive	$[0,0..1,0] I_{diff}/I_{bias}$	0,1	Declive da característica da função
TripDelayTime	Op Disc Dir	[0..60000] ms	0	Operação da discriminação direcional de defeitos
DirDiscOperation	Op Disc Dir	OFF / ON	OFF	Operação da discriminação direcional de defeitos
OperationAngle	Ângulo de Op	[60,0..90,0] °	60,0	Ângulo de operação da discriminação direcional de defeitos

5.3 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE FASE

5.3.1 INTRODUÇÃO

A função Máximo de Corrente de Fases permite discriminar condições de defeito desde que a amplitude de corrente numa ou mais fases exceda o máximo esperado de corrente de carga. Apesar deste princípio poder ser aplicado para todos os tipos de defeito, é particularmente eficaz para defeitos fase-fase, porque a resistência do arco de defeito é tipicamente baixa neste tipo de curto-circuitos, e o valor de corrente elevado permite um disparo seguro da função de proteção.

Nalgumas aplicações, como os *feeder* MT em redes de distribuição, este princípio de operação simples é suficiente para garantir uma proteção eficaz, e o Máximo de Corrente de Fases pode ser usada por como função de proteção principal contra defeitos fase-fase. Noutras aplicações, tais como linhas de transmissão e transformadores de potência, em que os critérios de proteção são mais sofisticados são requeridos frequentemente, esta função pode, no entanto, ser configurada para operação de backup ou de emergência, neste último caso, substituindo a função principal apenas quando não for possível operar (por exemplo quando a sinalização de tensão é perdida devido a falha no circuito de medição).

Para além de assegurar a deteção apropriada de condições de defeito do *feeder* protegido, o Máximo de Corrente de Fases pode também oferecer uma proteção de backup para elementos da rede a jusante. Esta coordenação também pode ser definida para emitir um disparo instantâneo no caso de curto-circuitos de corrente elevada no *feeder* protegido.

Em redes malhadas ou quando os defeitos podem ser alimentados de mais que uma fonte (por exemplo, na presença de geração distribuída), o Máximo de Corrente de Fases pode ser complementado com um critério direcional baseado, por exemplo, na diferença de ângulo de fase entre correntes de fase e na tensão de polarização, o que assegura a discriminação correta de defeitos nas direções direta e inversa.

5.3.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

São disponibilizados quatro escalões independentes de máximo de corrente: os primeiros dois têm características de tempo definido, ao passo que para o terceiro e quarto escalões a característica de tempo inverso ou definido pode ser escolhida em opção. Cada escalão pode ser separadamente ativado pela gama de parametrização (parâmetro **SbxOperation**, x = 1, 2, 3 ou 4). Em alternativa ao modo de operação, por defeito, de máximo de corrente não-direcional, pode ser independentemente associada direcionalidade a cada escalão em opção.

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Fase monitoriza continuamente um, dois ou três sinais de corrente, associados a um canal analógico ligado à entrada de função I. Na maioria dos casos, as três correntes de fase serão supervisionadas, mas a função pode ser utilizada noutros cenários, por exemplo: quando existe apenas um TI em duas das fases, o que é suficiente para detetar todos os defeitos fase-fase; ou em aplicações monofásicas.

A função de proteção é executada em modo *full-scheme*, o que significa que existem elementos de proteção separados para monitorizar cada entrada de corrente. O arranque e o disparo da função são sinalizados independentemente para cada fase e escalão se se reunirem as condições para operação.

Existem saídas genéricas para arranque e disparo para cada escalão. Correspondem à condição lógica OR das saídas de fase, ou seja, são respetivamente ativadas se pelo menos um arranque ou disparo de fase estiver ativo.

O arranque de escalão é sinalizado quando a amplitude de corrente medida é maior que o limiar definido no parâmetro correspondente (**SbxIop**). Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e de rearme garante a estabilidade adequada das saídas de função. Os níveis exatos de arranque e disparo dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativamente à corrente nominal do TI primário

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.5)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação tem uma gama alargada de parâmetros que permitem escolher diferentes níveis de sensibilidade para deteção de defeitos e que permite a implementação de diferentes esquemas de coordenação da proteção.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para escalões 1 e 2. Pode ser definida em opção para escalões 3 e 4.

Se for selecionada a característica de tempo, o arranque de escalão é sinalizado quando a amplitude da corrente medida é maior que o limiar definido no parâmetro de escalão respetivo (**StxIop**). Este escalão reinicializa quando a amplitude é menor que 96% daquele parâmetro.

O tempo de disparo é constante nesta opção e pode ser definida pelo utilizador na parametrização do escalão respetivo (**StxTop**). Se o tempo de operação for definido para zero, o disparo será instantâneo.

Também pode ser definida uma temporização de rearme para estabilizar as saídas de arranque. Está disponível o parâmetro de **StxDropDelay**. Se a temporização de rearme for zero, o reinício do escalão respetivo é sempre instantâneo se a amplitude de corrente cair abaixo do nível de reinício. Por outro lado, se a temporização de rearme for diferente de zero, o reinício do escalão será implementado (consultar a subsecção 8.1.4 - Rearme Tempo Definitivo para mais detalhes).

Após o disparo ter sido emitido, o escalão reinicia sempre imediatamente após uma condição de arranque ser cancelada.

Característica de Tempo Inverso

Estas características de operação podem ser selecionadas em opção apenas para os escalões 3 e 4.

Se as características de tempo inverso for selecionada, o arranque só ocorre quando a amplitude de corrente é maior que 1,04 vezes o limiar de operação, de modo a evitar integração de tempo infinito (ver equações (5.6) e (5.7)). O rearme ocorre quando o valor medido é menor que o parâmetro do limiar.

O tempo de disparo não é constante e depende da relação entre a corrente medida I e o limiar de operação I_{op} (parâmetro **StxIop**): quanto maior for a corrente, menor será o tempo de disparo. Estão disponíveis várias curvas das normas ANSI e IEC e podem ser independentemente selecionadas para cada escalão (no parâmetro **StxCurve**). As características de tempo ANSI obedecem à equação geral (5.6), enquanto as características de tempo IEC obedecem à equação (5.7). As expressões são integradas com o tempo de modo a integrar as variações atuais no tempo entre o arranque e o disparo. O índice de tempo T_{MAX} (**StxMaxTime**) determina o ponto de início da curva, com o limiar de corrente geral I_{op} (parâmetro **StxIop**). No entanto, o arranque do escalão só é sinalizado se a corrente for maior que um parâmetro específico (**StxIstart**) que terá de ser superior ou igual a I_{op} . O índice de tempo TM (**StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. O tempo de operação mínimo pode também ser definido (**StxMinTime**), o que define, para correntes elevadas, o limite menor da característica de tempo. Consultar o anexo 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre estas características.

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^p - 1} + B \right) \cdot TM \quad (5.6)$$

$$t = \frac{A \cdot TM}{(I/I_{op})^p - 1} \quad (5.7)$$

Cada escalão pode reiniciar automaticamente ou o tempo de reinício pode ser definido de acordo com a característica de tempo inverso, na opção selecionada pelo utilizador (no parâmetro **StxDropType**).

Se a opção de reinício de tempo inverso for selecionada, o tempo para reiniciar depende da corrente medida, de acordo com a fórmula (5.8). Esta opção, definida pela Norma ANSI, abrange a TPU S430 às curvas IEC. Permite emular o comportamento dinâmico dos antigos relés eletromecânicos, se a coordenação com este tipo de dispositivos for um problema. Assim como o reinício instantâneo, o sinal de arranque é definido para inativo assim que a corrente cai abaixo do nível de reinício; no entanto, o relé não retoma a posição de reinício imediatamente. Se ocorrer um novo defeito antes que esta posição seja alcançada, o disparo seguinte será iniciado num curto espaço de tempo, dependente da corrente medida e do tempo entre defeitos. O índice de tempo (*time múltiplice* - TM) corresponde ao mesmo parâmetro utilizado nas características de disparo. A fórmula é também integrada no tempo para incorporar as variações na amplitude da corrente.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (5.8)$$

Direcionalidade

Cada escalão pode ser complementado independentemente com um elemento direcional, *i.e.* pode ser definido como não-direcional (apenas medidas de máximo de corrente) ou direcional (frente ou trás). É configurável no parâmetro **StxDirection**.



O elemento direcional da Proteção de Máximo de Corrente está disponível apenas se a TPU S430 dispõe de entradas analógicas de tensão trifásica (variantes U e S).



O sentido frente está definido assim como a direção para o objeto protegido, enquanto a direção oposta é para fora do objeto protegido. A polaridade TI deverá ser convenientemente configurada de acordo com esta convenção (por favor consultar a subsecção correspondente 4.4.3 - Canais).

Existem duas características direcionais diferentes dependendo da polarização selecionada: polarização de sequência (parâmetro **Polarization** definido para SEQUÊNCIA) e polarização de tensão cruzada (parâmetro **Polarization** definido para CRUZADA-90GRAUS). Para qualquer polarização de característica direcional é apenas avaliada quando a corrente de operação é maior que o limiar de arranque correspondente.

Ao trabalhar com polarização de sequência (parâmetro **Polarization** definido para SEQUÊNCIA), a polarização do elemento diferencial é feita com tensões de sequência negativas (equações (5.9) e (5.10)), respetivamente. Estas quantidades podem ser obtidas a partir de sinalizações de tensão fase-terra ou a partir de pelo menos duas sinalizações fase-fase, associada a um canal analógico ligado à função entrada **U**.

$$\bar{U}_1 = 1/3 \cdot (\bar{U}_A + a \cdot \bar{U}_B + a^2 \cdot \bar{U}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \tag{5.9}$$

$$\bar{U}_2 = 1/3 \cdot (\bar{U}_A + a^2 \cdot \bar{U}_B + a \cdot \bar{U}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \tag{5.10}$$

Com a polarização de sequência, o relé avalia a direção do defeito ao considerar a diferença do ângulo de fase entre a corrente de sequência positiva e a tensão de sequência positiva e a diferença de ângulo de fase entre a corrente de sequência negativa e o simétrico da tensão de sequência negativa. A utilização dos dois componentes de sequência positiva e negativa assegura que, independentemente do tipo de defeito, existe sempre uma quantidade de polarização adequada. A componente de sequência negativa, se disponível, permite a seletividade de direção correta para todos os defeitos assimétricos. Pelo contrário, no caso de defeitos simétricos trifásicos, apenas é avaliada a tensão de sequência positiva. A característica direcional correspondente para cada um destes componentes está representada na Figura 5.6.

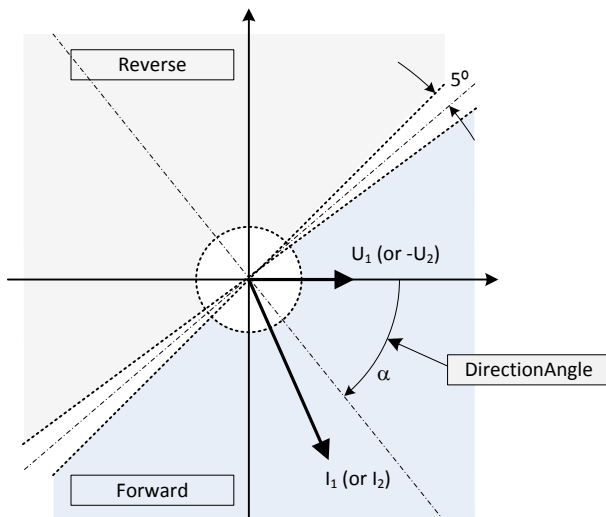


Figura 5.6. Característica direcional polarizada de sequência de Máximo de Corrente de Fase.

Ao trabalhar com polarização cruzada (**Polarization** definida para CRUZADA-90GRAUS), a polarização do elemento direcional é feita com as tensões fase-fase cruzadas. Estas quantidades podem ser calculadas a partir dos sinais de tensão fase-terra ou medidas diretamente a partir de dois sinais de tensão fase-fase, associados ao canal analógico ligado à entrada da função **U**.

Com polarização de tensão cruzada, o relé avalia a direção do defeito ao considerar a diferença de ângulo de fase entre a corrente de fase e tensão cruzada fase-fase. A utilização de tensão cruzada fase-fase como polarização explora as tensões

que são provavelmente sem defeito e assim maximiza as mudanças de conseguir a quantidade de polarização adequada. A característica direcional correspondente para polarização cruzada está representada na Figura 5.7.

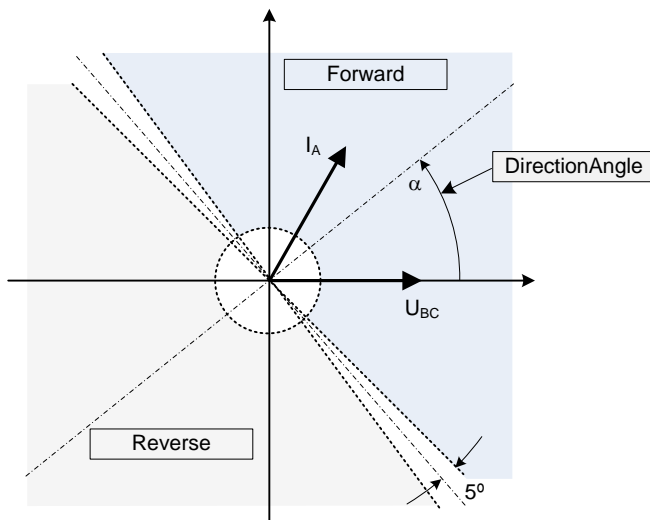


Figura 5.7. Característica direcional de polarização cruzada de Máximo de Corrente de Fase.

O ângulo de aperto máximo, que define a rotação da característica direcional, é configurado pelo utilizador no parâmetro **DirectionAngle**. Deve ser definido de acordo com o ângulo de fase da impedância da sequência positiva do sistema: diretamente para polarização de sequência ou com a diferença de 90° para polarização de tensão cruzada. Uma histerese integrada de 5° garante a estabilidade adequada da decisão da direção.

No caso de defeito trifásico franco, se o elemento direcional não estiver disponível para polarização, a TPU S430 assenta na memória da tensão pré-defeito para determinar a direção do defeito. Para além disso, a tensão pré-defeito é sempre usada para polarização imediatamente após o início do defeito, independentemente do tipo de defeito, portanto a decisão do relé não é afetada pelos transitórios de sinal de tensão. As disposições especiais são também feitas para compensar a rotação de fase devido à variação de frequência durante o tempo em que a memória está ativa.

A memória das tensões pré-defeito é mantida durante aproximadamente um segundo; em condições de operação reais, habitualmente é suficiente para garantir uma decisão de disparo seguro. Se, no entanto, a condição de defeito persistir após a temporização da memória acabar, a proteção mantém a decisão direcional que já havia tomado antes. Por outro lado, se no momento do início do defeito, não houver mais memória de tensão, o elemento direcional não pode operar e o disparo não-direcional é permitido.

A falha do transformador de tensão causa também a perda de polaridade. No caso de disparos do MCB (disjuntor dos transformadores de tensão), a tensão de medição não estará disponível para polarização do relé nas três fases simultaneamente; por outro lado, no caso de defeito do TT, as tensões de polarização não podem ser calculadas. O sinal de falha do TT deverá ser ligado à entrada de função **VTFail**. Poderá ser o resultado da função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão). Se este sinal for recebido, a função irá operar de acordo com o modo de operação definido no parâmetro **VTFailAction**. O utilizador poderá escolher inibir o critério direcional permitindo um disparo não-direcional, ou antes bloquear os escalões direcionais.

A direção de defeito é sinalizada na função de saída **FaultDirection**, o que tem três valores possíveis: **UNKNOWN**, **FORWARD** e **REVERSE**. Se o elemento direcional não for ativado para qualquer escalão, o **FaultDirection** indicará sempre o valor **UNKNOWN**. Este é também o estado da entidade de defeito enquanto nenhum defeito for detetado.

Arranque a Frio

Um fator pré-definido multiplicador do limiar de disparo está disponível para cada escalão. Corresponde ao parâmetro **StxMaxColdLoadMult**. Este fator é aplicado sempre que o valor da entrada de função **ColdLoadMultiplier** seja superior a 1 (consultar a secção 5.6 - Arranque de Carga Fria).

Bloqueio contra Corrente de Magnetização

Uma função de Bloqueio contra Corrente de Magnetização é fornecida para todos os escalões. Pode ser ativada independentemente para cada escalão, no parâmetro **StxHarmonicOperation**.

Esta característica permite o bloqueio de disparo do Máximo de Corrente de Fases, mas só se a percentagem da segunda harmónica, nas sinalizações de corrente de fase, foram maiores que o valor pré-definido. A relação máxima entre a segunda harmónica e a componente de frequência fundamental, acima da qual a função é bloqueada, é definida no parâmetro **HarmonicOperationValue**. Este limiar de bloqueio é o mesmo para todos os escalões. Uma histerese integrada garante a estabilidade adequada das saídas da função.

Há elementos de bloqueio separados a monitorizar cada corrente de fase. Podem operar independentemente ou pode ser configurado o bloqueio cruzado entre as fases diferentes. Se o parâmetro **HarmonicCrossBlock** tiver o valor **ONE-OF-THREE**, todas as três fases são bloqueadas se a relação de segunda harmónica for detetada em pelo menos numa delas; se o parâmetro **HarmonicCrossBlock** tiver o valor **TWO-OF-THREE**, o bloqueio cruzado é ativado apenas se as condições para Bloqueio contra Corrente de Magnetização forem reunidas em duas fases simultaneamente.

O Bloqueio contra Corrente de Magnetização é sinalizado independentemente para cada fase se as condições descritas acima forem reunidas. Existe também uma saída geral de Bloqueio contra Corrente de Magnetização, se pelo menos uma fase estiver ativa.

Condições de Bloqueio

A função assegura uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St4Block**) e uma entrada de bloqueio de função (**Block**). Qualquer um deles poderá ser livremente associado para qualquer condição definida utilizador.

A condição de bloqueio é sinalizada na saída de escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ Canal de corrente de neutro é associado à entrada **I**.

A função opera com limitações possíveis e a sua saída **Health** é definido para estado Aviso se:

- ◆ Não existe canal analógico associado à entrada **U**: os escalões direcionais estão inativos neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde a um grupo de três sinais de tensão fase-terra ou pelo menos dois sinais de tensão fase-fase: os escalões direcionais não estão ativos neste caso.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.3.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.13 e Tabela 5.14, respetivamente.

Tabela 5.13. Entradas de Função de Máximo de Corrente Direccional de Fase.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes operacionais
U	U	ANL CAN	-	Tensões de polarização
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão
St1Block	Bloqueio Esc 1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc 2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2
St3Block	Bloqueio Esc 3	DIG	2	Bloqueio do escalão 3
St4Block	Bloqueio Esc 4	DIG	2	Bloqueio do escalão 4
ColdLoadMultiplier	Mult Carga Fria	INT	1	Multiplicador de arranque em carga fria

Tabela 5.14. Saídas de Função de Máximo de Corrente Direccional de Fase.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de <i>software</i> da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
St3Behavior	Modo Operação Esc3	INT	-	Modo de operação do escalão 3
St4Behavior	Modo Operação Esc4	INT	-	Modo de operação do escalão 4
Health	Estado	INT	-	Condição da função
St1Blocked	Esc 1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc 2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St3Blocked	Esc 3 Bloqueado	DIG	-	Escalão 3 bloqueado
St4Blocked	Esc 4 Bloqueado	DIG	-	Escalão 4 bloqueado
St1PickupA	Esc1 Arranque A	DIG	-	Arranque escalão 1, fase A
St1PickupB	Esc1 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 1, fase B
St1PickupC	Esc1 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 1, fase C
St2PickupA	Esc2 Arranque A	DIG	-	Arranque escalão 2, fase A
St2PickupB	Esc2 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 2, fase B
St2PickupC	Esc2 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 2, fase C
St3PickupA	Esc3 Arranque A	DIG	-	Arranque escalão 3, fase A
St3PickupB	Esc3 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 3, fase B
St3PickupC	Esc3 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 3, fase C
St4PickupA	Esc4 Arranque A	DIG	-	Arranque escalão 4, fase A
St4PickupB	Esc4 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 4, fase B
St4PickupC	Esc4 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 4, fase C
St1Pickup	Esc 1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
St2Pickup	Esc 2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 2
St3Pickup	Esc 3 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 3
St4Pickup	Esc 4 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 4
St1TripA	Esc1 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 1, fase A
St1TripB	Esc1 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 1, fase B
St1TripC	Esc1 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 1, fase C
St2TripA	Esc2 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 2, fase A
St2TripB	Esc2 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 2, fase B
St2TripC	Esc2 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 2, fase C
St3TripA	Esc3 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 3, fase A
St3TripB	Esc3 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 3, fase B
St3TripC	Esc3 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 3, fase C

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
St4TripA	Esc4 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 4, fase A
St4TripB	Esc4 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 4, fase B
St4TripC	Esc4 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 4, fase C
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2
St3Trip	Esc3 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 3
St4Trip	Esc4 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 4
HarmonicBlockA	Bloq Harmónico A	DIG	-	Arranque bloqueio harmónico, fase A
HarmonicBlockB	Bloq Harmónico B	DIG	-	Arranque bloqueio harmónico, fase B
HarmonicBlockC	Bloq Harmónico C	DIG	-	Arranque bloqueio harmónico, fase C
HarmonicBlock	Bloq Harmónico	DIG	-	Arranque geral bloqueio harmónico
FaultDirection	Direção	INT	-	Indicação da direção do defeito

5.3.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.15.

Tabela 5.15. Parâmetros da Função de Máximo de Corrente Direcional de Fase.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
MeasMode	Modo Medida	RMS / DFT	RMS	Modo de medida utilizado (RMS, DFT, ...)
Polarization	Tipo de Polarização	SEQUÊNCIA / CRUZADA-90GRAUS	SEQUÊNCIA A	Tipo de polarização
DirectionAngle	Ângulo Direção	[-90.0..90.0] °	45,0	Ângulo da característica direcional
VTFailAction	Ação Falha TT	DISPARO / BLOQUEIO	DISPARO	Ação em caso de falha do transformador de tensão
HarmonicOperationValue	Valor Op Harm	[0.05..1.0] I _{2h} /I _{1h}	0.2	Valor de operação harmónica
HarmonicCrossBlock	Bloq Harm Cruzado	OFF / UMA-DE-TRÊS / DUAS-DE-TRÊS	OFF	Bloqueio harmónico cruzado
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1HarmonicOperation	Esc1 Op Bloq Harm	OFF / ON	OFF	Operação de bloqueio harmónico do escalão 1
St1Direction	Esc1 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 1
St1DropType	Esc1 Tempo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de atraso do rearme do escalão 1

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1DropDelay	Esc1 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 1
St1Iop	Esc1 Iop	$[0.05..40.0] \times I_r$	4.0	Limiar de operação escalão 1
St1MaxColdLoadMult	Esc1 Mlt Carga Fria	$[1.0..20.0] \times I_{op}$	1.0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de operação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2HarmonicOperation	Esc2 Op Bloq Harm	OFF / ON	OFF	Operação do bloqueio harmónico do escalão 2
St2Direction	Esc2 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NON-DIR	Direção do escalão 2
St2DropType	Esc2 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 2
St2DropDelay	Esc2 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 2
St2Iop	Esc2 Iop	$[0.05..40.0] \times I_r$	4.0	Limiar de operação do escalão 2
St2MaxColdLoadMult	Esc2 Mlt Carga Fria	$[1.0..20.0] \times I_{op}$	1.0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de operação do escalão 2
St3Operation	Esc3 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 3
St3HarmonicOperation	Esc3 Op Bloq Harm	OFF / ON	OFF	Operação do bloqueio harmónico do escalão 3
St3Direction	Esc3 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 3
St3Curve	Esc3 Curva	Ver Anexo 8.1	DEF ANSI	Tipo de curva do escalão 3
St3TMS	Esc3 TMS	[0.05..15.0]	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 3
St3DropType	Esc3 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 3
St3DropDelay	Esc3 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 3
St3Iop	Esc3 Iop	$[0.05..20.0] \times I_r$	2.0	Limiar de operação do escalão 3
St3MaxColdLoadMult	Esc3 Mlt Carga Fria	$[1.0..20.0] \times I_{op}$	1.0	Multiplicador do arranque de carga fria do escalão 3
St3Top	Esc3 Top	[0..60000] ms	400	Tempo de operação do escalão 3

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St3TimeAdder	Esc3 Adição Tempo	[0..30000] ms	0	Adição constante de tempo do escalão 3
St3MaxTime	Esc3 Tempo Máx	[0..60000] ms	0	Tempo máximo de operação Escalão 3
St3MinTime	Esc3 Tempo Min	[0..60000] ms	0	Tempo mínimo de operação do escalão 3
St3Istart	Esc3 Iarranque	[1.0..4.0] × I _{op}	1.0	Corrente mínima de arranque do escalão 3
St4Operation	Esc4 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 4
St4HarmonicOperation	Esc4 Op Bloq Harm	OFF / ON	OFF	Operação do bloqueio harmónico do escalão 4
St4Direction	Esc4 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 4
St4Curve	Esc4 Curva	Ver Anexo 8.1	DEF ANSI	Tipo de curva do escalão 4
St4TMS	Esc4 TMS	[0.05..15.0]	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 4
St4DropType	Esc4 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 4
St4DropDelay	Esc4 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 4
St4Iop	Esc4 Iop	[0.05..20.0] × I _r	2.0	Limiar de operação do escalão 4
St4MaxColdLoadMult	Esc4 Mlt Carga Fria	[1.0..20.0] × I _{op}	1.0	Máximo multiplicador do arranque de carga fria do escalão 4
St4Top	Esc4 Top	[0..60000] ms	400	Tempo de operação do escalão 4
St4TimeAdder	Esc4 Adição Tempo	[0..30000] ms	0	Adição constante de tempo do escalão 4
St4MaxTime	Esc4 Tempo Máx	[0..60000] ms	0	Tempo máximo de operação do escalão 4
St4MinTime	Esc4 Tempo Min	[0..60000] ms	0	Tempo mínimo de operação do escalão 4
St4Istart	Esc4 Iarranque	[1.0..4.0] × I _{op}	1.0	Corrente mínima de arranque do escalão 4

5.4 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE TERRA

5.4.1 INTRODUÇÃO

Dado que os sistemas de energia trifásicos são operados em condições quase equilibradas, a função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra, baseada na medida de corrente residual, garante uma forma eficaz de detecção de falhas de isolamento de uma ou mais fases à terra, particularmente em sistemas ligados à terra sólidos ou de baixa impedância. Pode ser aplicada com algumas limitações a redes de neutro isolado ou compensado, mesmo se estiverem disponíveis funções de proteção específicas para este tipo de aplicações.

A corrente residual pode ser medida diretamente a partir da soma de correntes trifásicas. A sensibilidade da função pode ser melhorada se um transformador de corrente de neutro independente for utilizado para medir a corrente residual. Se dimensionado adequadamente, é possível detetar resistências de defeito elevadas.

Em redes radiais ou quando os defeitos podem ser alimentados a partir de mais que uma fonte, a função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra pode ser complementada com um critério direcional de modo a discriminar defeitos na direção inversa ou direta. A operação direcional terá de ser configurada para distinguir entre a corrente no *feeder* com defeito e as correntes capacitivas dos componentes sem defeito da rede, se forem exigidos níveis elevados de sensibilidade. A característica direcional deve ser cuidadosamente configurada de acordo com o tipo de ligação de neutro.

Nalgumas aplicações, como *feeders* MT em redes de distribuição radial, o Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra é normalmente utilizado como função principal contra defeitos fase-terra. Devido à sensibilidade melhorada pode ser complementar com sucesso outras funções de proteção principais em esquemas de proteção complexos. Por exemplo, a função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra é necessária habitualmente para disparo de defeitos terra de elevada resistência não detetados pela característica de operação da Proteção de Distância.

5.4.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis quatro escalões independentes: os dois primeiros escalões apresentam características de tempo definido, enquanto o terceiro e quatro escalões apresentam características de tempo definido ou inverso (em opção). Cada escalão pode ser ativado separadamente através da mudança de parâmetro (parâmetro **StxOperation**, x = 1, 2, 3 ou 4). Em alternativa ao seu modo de operação de defeito de máximo de corrente não-direcional pode ser opcionalmente adicionado a cada escalão.

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra monitoriza continuamente a corrente residual, o que corresponde a três vezes a corrente de sequência inversa. Pode ser obtida através da soma interna de três sinais de corrente de fase, associada num canal analógico ligado à entrada **I** da função

$$\bar{I}_{res} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (5.11)$$

Como alternativa ao método anterior, a corrente residual pode ser directamente medida numa entrada analógica, por exemplo, de um transformador de corrente de neutro independente de equilíbrio de fase. Também pode ser obtida a partir da soma externa de três correntes de fase (circuito *Holmgreen*). Nestes casos, a entrada **I** de função deverá ser associada ao canal analógico de neutro.

As funções de arranque e disparo são independentemente sinalizadas para cada escalão se se reunirem as condições de operação.

O arranque de escalão é sinalizado quando a amplitude da corrente medida é maior que o limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxIop**). Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e rearme garante a estabilidade adequada das saídas de função. O arranque exato e os níveis de rearme dependem das características de tempo seleccionadas.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativamente à corrente do TI primário.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.12)$$

O limiar de operação tem, para todos os escalões, uma gama de parâmetros alargada que permite escolher diferentes níveis de sensibilidade para detecção de defeitos e permite a implementação de diferentes esquemas de coordenação da proteção.

É possível configurar limiares de operação altamente sensíveis, nomeadamente se a entrada I estiver associada a uma entrada analógica extra sensível.



A gama de operação para a qual o limiar de corrente é válido depende da opção específica da entrada analógica que está associada à função:

- ◆ Se a função estiver associada a correntes trifásicas (opção da soma interna), o limiar mínimo que pode ser definido é de 0,05 p.u. (5% do valor nominal). Se o parâmetro estiver definido abaixo desse valor, a função opera apenas quando a corrente estiver acima de 0,05 p.u..
- ◆ O mesmo é aplicado se a função for associada a uma corrente de neutro com sensibilidade normal.
- ◆ Se a função associada a uma entrada de corrente sensível, o limiar mínimo que pode ser definido é 0,005 p.u. (0,5% do valor nominal). Se o parâmetro é definido acima de 4,0 p.u. a função não opera.

Pode ser configurada uma estabilização adicional se a corrente residual for obtida através da soma interna das correntes trifásicas, para evitar disparos intempestivos da função devido a erros do TT ou a condições de carga assimétrica. A maior das correntes trifásicas é utilizada para restringir o arranque da corrente residual, de acordo com a características como representado na figura seguinte. Quanto maior for a corrente de fase, menos sensível a função de Máximo de Corrente de Terra será. O parâmetro **PhCurrRestraintSlope** configura o declive da estabilização.

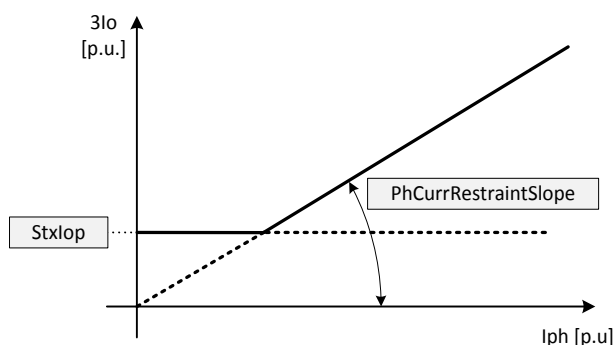


Figura 5.8. Estabilização da corrente por corrente de fase.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica possível para os escalões 1 e 2. Poderá também ser definido para os escalões 3 e 4, como opção.

Se a característica de tempo definido for selecionada, o arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da corrente medida é maior que o limiar definido no parâmetro correspondente (**Stxlop**). O valor é retomado quando a amplitude é menor que 96% desse parâmetro.

O tempo de disparo é constante nesta opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro de escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação for definido para zero, o disparo será instantâneo.

Pode ser definido adicionalmente um tempo de rearme para estabilizar as saídas de arranque. O parâmetro **StxDropDelay** está disponível. Se o tempo de rearme for zero, o reinício do escalão correspondente é sempre instantâneo se a amplitude de corrente cair abaixo do nível de reinício. Por outro lado, se a temporização de rearme for diferente de zero, o reinício do escalão será atrasado (consultar a subsecção 8.1.4 - Rearme Tempo Definitivo para mais detalhes).

Após o disparo, o escalão reinicia sempre imediatamente após a condição de arranque ser cancelada.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser opcionalmente selecionada apenas para os escalões 3 e 4.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, o arranque apenas acontece se a amplitude da corrente for 1,04 vezes maior o limiar de operação, de modo a evitar a integração de tempo infinito (ver fórmulas (5.13) e (5.14)). O rearme ocorre quando o valor medido é menor que a parametrização do limiar.

O tempo de disparo não é constante e depende da relação entre a corrente medida e o limiar de operação I_{op} (parâmetro **StxIop**): quanto maior for a corrente, menor será o tempo de disparo. Estão disponíveis várias curvas das normas ANSI e IEC que podem ser independentemente selecionadas para cada escalão (no parâmetro **StxCurve**). As características de tempo ANSI obedecem à fórmula geral (5.13), enquanto as características de tempo IEC seguem a fórmula (5.14). As expressões são integradas ao longo do tempo com o intuito incluir variações da corrente no tempo entre o arranque e o disparo. A temporização T_{MAX} (parâmetro **StxMaxTime**) determina o ponto de início da curva, em conjunto com o limiar de corrente geral I_{op} (parâmetro **StxIop**). No entanto, o arranque do escalão é sinalizado apenas se a corrente é maior que um parâmetro específico (**StxIstart**) que terá de ser maior ou igual a I_{op} . O índice de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. Um tempo de operação mínimo pode também ser definido (no parâmetro **StxMinTime**), que define, para correntes elevadas, o limite mínimo da característica de tempo. Por favor consultar 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre estas características.

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^p - 1} + B \right) \cdot TM \quad (5.13)$$

$$t = \frac{A \cdot TM}{(I/I_{op})^p - 1} \quad (5.14)$$

Cada escalão pode inicializar instantaneamente ou o tempo de rearme poderá ser definido de acordo com a característica de tempo inverso, selecionada opcionalmente pelo utilizador (no parâmetro **StxDropType**).

Se a opção de tempo inverso para reiniciar for selecionada, o tempo para rearme dependerá da corrente medida, de acordo com a fórmula (5.15). Esta opção, definida pela norma ANSI, é alargada na TPU S430 às curvas IEC. Permite emular o comportamento dinâmico de relés eletromecânicos antigos, se a coordenação com este tipo de dispositivos for um problema. Assim como para o rearme instantâneo, o sinal de arranque é definido como inativo assim que a corrente cai abaixo do nível de rearme; no entanto, o relé não se resume à posição de rearme imediatamente. Se ocorrer um novo defeito antes que esta posição seja alcançada, o disparo seguinte será iniciado num curto espaço de tempo, dependente da corrente medida e no tempo entre os defeitos. O índice de tempo (TM) corresponde ao mesmo parâmetro utilizado na característica de disparo. A expressão é também integrada ao longo do tempo de modo a incorporar variações na amplitude da corrente.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (5.15)$$

A curva logarítmica é uma característica de tempo adicional que está disponível. O tempo de disparo cumpre com a fórmula (5.16). Dispõe de uma propriedade distinta, relevante para a coordenação da proteção de terra: se, em dois locais distintos da rede, as correntes de defeitos medidas são proporcionais para os diferentes defeitos de fase, então a diferença de tempo entre os disparos dos relés de proteção correspondentes é sempre constante.

$$t = T_{MAX} - TM \cdot \ln \left(\frac{I}{I_{op}} \right) \quad (5.16)$$

Quando a curva logarítmica é selecionada, o reinício do escalão é sempre instantâneo. Consultar o anexo 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para alguns exemplos.

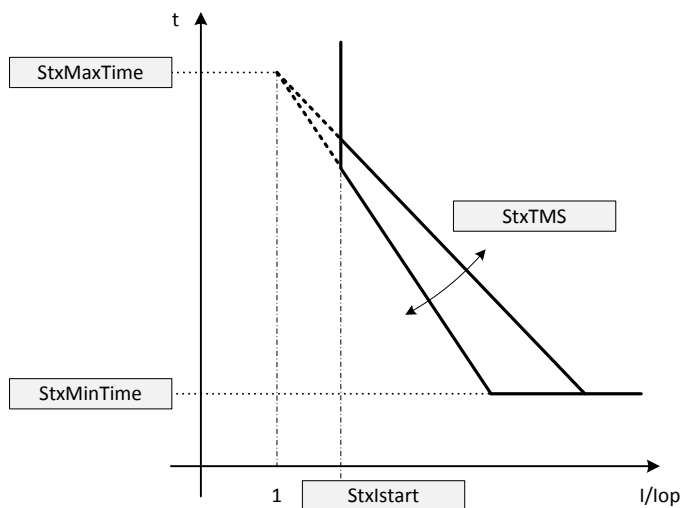


Figura 5.9. Parametrização da curva logarítmica.

Direcionalidade

Cada escalão pode ser independentemente complementado com um elemento direcional, *i.e.* poderá ser definido como não-direcional (apenas medida de máximo de corrente) ou direcional (direta ou inversa). É configurável no parâmetro **StxDirection**.



O elemento direcional da Proteção de Máximo de Corrente de Terra está disponível apenas se a TPU S430 tiver, pelo menos, uma entrada analógica de tensão disponível (variantes T, U e S).



A direção frente é definida como sendo o sentido para o objeto protegido, enquanto a direção contrária é o sentido para fora do objeto protegido. A polaridade do TI deverá ser convenientemente configurada de acordo com esta convenção (consultar a subseção correspondente 4.4.3 - Canais).

A característica direcional é avaliada quando a corrente de operação é maior que o limiar de arranque correspondente.

Existem várias opções disponíveis para polarização do elemento direcional. O mais comum é a polarização com tensão residual. Esta quantidade pode ser obtida a partir da soma interna de três sinais de tensão fase-terra, associados a um canal analógico ligado à entrada de função **Upol**; ou, alternativamente, pode ser medida diretamente numa entrada analógica, por exemplo a partir de um enrolamento independente com ligação em triângulo aberto, em qualquer caso a entrada de função **Upol** deve ser associada ao canal analógico de neutro.

$$\bar{U}_{res} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C \tag{5.17}$$

O relé avalia a direção do defeito pela diferença de ângulo de fase entre a corrente residual e o simétrico da tensão residual. A característica direcional correspondente é representada pela Figura 5.10. O ângulo máximo de aperto, que define a rotação da característica, é configurado pelo utilizador no parâmetro **DirectionAngle**. Deverá ser definido de acordo com o ângulo de fase do sistema de impedância de sequência inversa. Uma histerese incorporada de 5° garante a estabilidade adequada à decisão da direção.

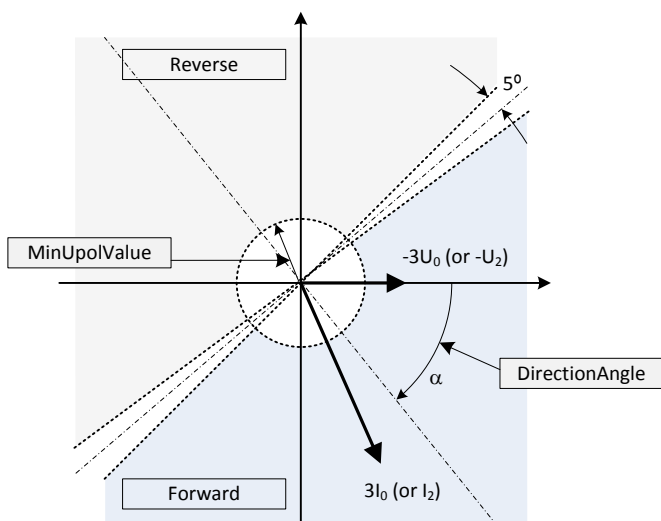


Figura 5.10. Característica direcional de terra com polarização por tensão.

Deverá estar disponível uma quantidade de polarização mínima; a direção será determinada se a tensão residual é maior que o parâmetro **MinUpolValue**. A sua gama de parametrização garante sensibilidade adequada para a maioria das condições de defeito. No entanto, quando a tensão residual é suficientemente alta para polarizar o relé, o utilizador poderá escolher inibir o critério direcional, permitindo um disparo não-direcional, ou então bloquear os escalões direcionais. Estas duas opções estão disponibilizadas no parâmetro **VTFailAction**.

Uma falha do transformador de tensão também origina a perda da quantidade de polarização. No caso de disparos do disjuntor dos transformadores de tensão, nenhuma tensão de medida estará disponível para polarização do relé nas três fases simultaneamente; por outro lado, no caso de um defeito de desequilíbrio do TT, a tensão residual não poderá ser calculada. A indicação de falha de TT deverá ser ligada à entrada de função **VTFail**. Poderá ser o resultado da função dedicada de supervisão (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão). Se esta indicação for recebida, a função irá operar de acordo com o comportamento definido pelo parâmetro **VTFailAction**.

Como opção, a corrente de neutro ligada à entrada **Ipol** pode ser seleccionada como quantidade de polarização. Esta opção está imune a falhas do transformador de tensão, mas necessita de uma fonte adequada de corrente para polarizar o relé (exemplo, a ligação de ponto de neutro de um transformador). A direção é determinada neste caso pelo ângulo de fase entre as correntes de operação e de polarização, de acordo com a característica mostrada na Figura 5.11. Mais uma vez, uma histerese integrada de 5° garante a estabilidade adequada da decisão de direção.

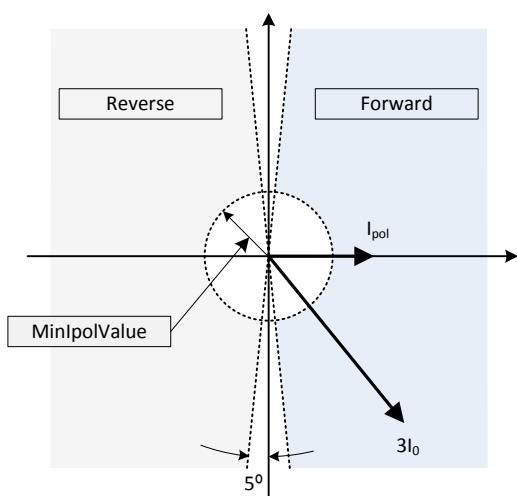


Figura 5.11. Característica direcional de terra com polarização por corrente.

Neste caso, está também disponível uma quantidade mínima de polarização; a direção irá determinar se a corrente de polarização é maior que o parâmetro **MinIpolValue**. A sua gama de parametrização garante a sensibilidade adequada para a maioria das condições de defeito. No entanto, quando a corrente de polarização não é suficientemente alta para polarizar o relé, o utilizador pode seleccionar o comportamento da função, no parâmetro **VTFailAction**.

Se as duas entradas **Upol** e **Ipol** estiverem ligadas, o elemento direcional implementa um mecanismo de polarização duplo, combinando os dois métodos apresentados. Esta escolha maximiza a disponibilidade da quantidade de polarização para o elemento direcional.

Em alternativa aos métodos anteriores, o utilizador pode escolher avaliar a direção do defeito utilizando componentes de sequência negativa. Neste caso, a direção do defeito é avaliada pela diferença de ângulo de fase entre a corrente de sequência negativa e o simétrico da tensão de sequência negativa, calculada a partir das entradas **I** e **Upol**, respetivamente. A característica direcional é a mesma que para polarização de tensão residual (ver Figura 5.10) o aperto máximo do ângulo é também selecionável no parâmetro **DirectionAngle**. No caso de falha do transformador de tensão, ou a tensão de sequência positiva é menor que o limiar **MinUpolValue**, a função irá operar de acordo com o comportamento definido no parâmetro **VTFailAction**.

A direção do defeito é sinalizada na saída da função **FaultDirection**, que pode ter três valores possíveis: **DESCONHECIDO**, **FRENTE** e **TRÁS**. Se o elemento direcional não estiver ativado para todos os escalões, a **FaultDirection** indicará sempre **DESCONHECIDO**. Este é o estado por defeito da entidade enquanto nenhum defeito for detetado.

Arranque de Carga Fria

Está disponível para cada escalão um fator multiplicador predefinido do limiar de arranque. Corresponde ao parâmetro **StxMaxColdLoadMult**. Este fator é aplicado sempre que o valor da entrada de função **ColdLoadMultiplier** é maior que 1 (consultar a secção 5.6 - Arranque de Carga Fria).

Bloqueio contra Corrente de Magnetização

Uma função de Bloqueio contra Corrente de Magnetização é garantida para todos os escalões. Pode ser ativado independentemente ativado para cada escalão, no parâmetro **StxHarmonicOperation**.

Esta característica permite o bloqueio de disparo de Máximo de Corrente de Terra se a percentagem da segunda harmónica na sinalização de corrente residual é maior que o valor predefinido. A relação máxima entre a harmónica e o componente de frequência fundamental, acima do qual a função é bloqueada, é definida no parâmetro **HarmonicOperationValue**. Este limiar de bloqueio é o mesmo para todos os escalões. Uma histerese integrada garante a estabilidade adequada das saídas da função.

O Bloqueio contra Corrente de Magnetização é indicada na saída específica quando as condições descritas acima forem reunidas.

Condições de Bloqueio

A função oferece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St4Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer um deles pode ser livremente associado a qualquer condição definida pelo utilizador.

A Proteção de Máximo de Corrente de Terra deverá ser bloqueada durante uma condição de abertura do polo, se o disjuntor for capaz de disparos monopolares dado que a assimetria da corrente poderá existir nesta situação. Uma entrada independente (**OpenPole**) está disponível para esse fim; deverá ser associado à saída correspondente da função de deteção do polo aberto.

A condição de bloqueio é sinalizada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existir canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **I** não corresponde ao neutro ou a um grupo de três sinais de corrente trifásica.

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** está definida para o estado de Alarme se:

- ◆ Não existir canais analógicos associados às entradas **Ipol** e **Upol**: os escalões direcionais não estão ativados neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **Upol** não corresponde a um neutro ou a um grupo de três sinais de tensão fase-terra: os escalões direcionais não são permitidos neste caso;

- ◆ O canal analógico associado à entrada **Ipol** não corresponde a um neutro ou a um grupo de três sinais de corrente de fase: os escalões de direção não são ativados neste caso;
- ◆ O critério direcional dos componentes de sequência negativa é ativado e o canal analógico associado à entrada **I** não corresponde ao grupo de três sinais de corrente trifásica ou o canal analógico associado à entrada **Upol** não corresponde ao grupo de três sinais de tensão fase-terra: os escalões direcionais não estão permitidos neste caso.
- ◆ O valor do parâmetro **IresOp** não corresponde à gama de medição da entrada de corrente à qual a função está associada: a sensibilidade da função é limitada de acordo com a gama de medição possível.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.4.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são apresentados na Tabela 5.16 e Tabela 5.17, respetivamente.

Tabela 5.16. Entradas de Função de Máximo de Corrente Direcional de Terra.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Corrente operacional
Ipol	Ipol	ANL CAN	-	Corrente de polarização
Upol	Upol	ANL CAN	-	Tensão de polarização
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
OpenPole	Pólo Aberto	DIG	2	Pólo aberto
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2
St3Block	Bloqueio Esc3	DIG	2	Bloqueio do escalão 3
St4Block	Bloqueio Esc4	DIG	2	Bloqueio do escalão 4
ColdLoadMultiplier	Mult Carg Fria	INT	1	Multiplificador de arranque em carga fria

Tabela 5.17. Saídas de Função de Máximo de Corrente Direcional de Terra.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXTO	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXTO	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXTO	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
St3Behavior	Modo Operação Esc3	INT	-	Modo de operação do escalão 3
St4Behavior	Modo Operação Esc4	INT	-	Modo de operação do escalão 4
Health	Condição	INT	-	Condição da Função
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 Bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 Bloqueado
St3Blocked	Esc3 Bloqueado	DIG	-	Escalão 3 Bloqueado
St4Blocked	Esc4 Bloqueado	DIG	-	Escalão 4 Bloqueado

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 2
St3Pickup	Esc3 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 3
St4Pickup	Esc4 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 4
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2
St3Trip	Esc3 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 3
St4Trip	Esc4 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 4
HarmonicBlock	Bloq Harmónico	DIG	-	Arranque geral bloqueio harmónico
FaultDirection	Direção	INT	-	Indicação da direção do defeito

5.4.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.18.

Tabela 5.18. Parâmetros da Função de Máximo de Corrente Direcional de Terra.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
MeasMode	Modo Medida	RMS / DFT	RMS	Modo de medida utilizado (RMS, DFT, ...)
DirectionAngle	Ângulo Direção	[-90.0..90.0] °	0.0	Ângulo da característica direcional
MinUpolValue	Limiar Min Upol	$[0.01..1.0] \times U_r$	0.05	Tensão de polarização mínima
MinIpolValue	Limiar Min Ipol	$[0.05..1.0] \times I_r$	0.07	Corrente de polarização mínima
NegSeqDirOperation	Op Dir Seq Inv	OFF / ON	OFF	Polarização por sequência inversa
VTFailAction	Ação Falha TT	DISPARO / BLOQUEIO	TRIP	Ação em caso de falha do transformador de tensão
HarmonicOperationValue	Limiar Op Bloq Harm	$[0.05..1.0] I_{2h}/I_{1h}$	0.2	Limiar de operação do bloqueio harmónico
PhCurrRestrictSlope	Declive Irest Fase	$[0.0..0.3] I_{res}/I_{ph}$	0.1	Declive da restrição por corrente de fase
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1HarmonicOperation	Esc1 Op Bloq Harm	OFF / ON	OFF	Operação do bloqueio harmónico do escalão 1
St1Direction	Esc1 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NON-DIR	Direção do escalão 1
St1DropType	Esc1 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 1

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1DropDelay	Esc1 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 1
St1Iop	Esc1 Iop	$[0.005..40.0] \times I_r$	4.0	Limiar de operação do escalão 1
St1MaxColdLoadMult	Esc1 Mult Carg Fria	$[1.0..20.0] \times I_{op}$	1.0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de operação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2HarmonicOperation	Esc2 Op Bloq Harm	OFF / ON	OFF	Operação do bloqueio harmónico do escalão 2
St2Direction	Esc2 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 2
St2DropType	Esc2 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 2
St2DropDelay	Esc2 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 2
St2Iop	Esc2 Iop	$[0.005..40.0] \times I_r$	4.0	Limiar de operação do escalão 2
St2MaxColdLoadMult	Esc2 Mult Carg Fria	$[1.0..20.0] \times I_{op}$	1.0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de operação do escalão 2
St3Operation	Esc3 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 3
St3HarmonicOperation	Esc3 op Bloq Harm	OFF / ON	OFF	Operação do bloqueio harmónico do escalão 3
St3Direction	Esc3 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 3
St3Curve	Esc3 Curva	Ver Anexo 8.1	ANSI DEF	Tipo de curva do escalão 3
St3TMS	Esc3 TMS	[0.05..15.0]	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 3
St3DropType	Esc3 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 3
St3DropDelay	Esc3 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 3
St3Iop	Esc3 Iop	$[0.005..20.0] \times I_r$	2.0	Limiar de operação do escalão 3
St3MaxColdLoadMult	Esc3 Mult Carg Fria	$[1.0..20.0] \times I_{op}$	1.0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 3
St3Top	Esc3 Top	[0..300000] ms	400	Tempo de operação do escalão 3

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St3TimeAdder	Esc3 Adição Tempo	[0..30000] ms	0	Adição constante de tempo do escalão 3
St3MaxTime	Esc3 Tempo Máx	[0..60000] ms	5800	Tempo máximo de operação do escalão 3
St3MinTime	Esc3 Tempo Min	[0..60000] ms	1200	Tempo mínimo de operação do escalão 3
St3Istart	Esc3 Iarranque	[1.0..4.0] × I _{op}	1.0	Corrente mínima de arranque do escalão 3
St4Operation	Esc4 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 4
St4HarmonicOperation	Esc4 Op bloq Harm	OFF / ON	OFF	Operação do bloqueio harmónico do escalão 4
St4Direction	Esc4 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 4
St4Curve	Esc4 Curva	Ver Anexo 8.1	ANSI DEF	Tipo de curva do escalão 4
St4TMS	Esc4 TMS	[0.05..15.0]	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 4
St4DropType	Esc4 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão
St4DropDelay	Esc4 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 4
St4Iop	Esc4 Iop	[0.005..20.0] × I _r	2.0	Limiar de operação do escalão 4
St4MaxColdLoadMult	Esc4 Mult Carg Fria	[1.0..20.0] × I _{op}	1.0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 4
St4Top	Esc4 Top	[0..300000] ms	400	Tempo de operação do escalão 4
St4TimeAdder	Esc4 Adição Tempo	[0..30000] ms	0	Adição constante de tempo de escalão 4
St4MaxTime	Esc4 Tempo Máx	[0..60000] ms	5800	Tempo máximo de operação do escalão 4
St4MinTime	Esc4 Tempo Min	[0..60000] ms	1200	Tempo mínimo de operação do escalão 4
St4Istart	Esc4 Iarranque	[1.0..4.0] × I _{op}	1.0	Corrente mínima de arranque do escalão 4

5.5 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE SEQUÊNCIA INVERSA

5.5.1 INTRODUÇÃO

A Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa, ou Proteção de Equilíbrio de Fases, garante um recurso vantajoso contra a maioria dos defeitos do sistema de energia. De fato, com a exceção dos defeitos simétricos trifásicos, que são normalmente raros, uma maior ou menor quantidade de componente de sequência negativa está presente para todos os tipos de curto-circuito, tanto fase-fase como fase-terra.

Com outras funções de proteção, tais como Máximo de Corrente de Terra e de Fase, a função Máximo de Corrente de Sequência Inversa assegura uma proteção completa e segura dos equipamentos do sistema de energia. Em particular, oferece uma maior sensibilidade para defeitos fase-fase que o Máximo de Corrente de Fases dado que é menos dependente da corrente de carga; pode substituir o Máximo de Corrente de Terra para defeitos fase-terra se o fluxo de corrente de sequência homopolar for suficiente. Quando é complementada com opções direcionais, esta função não pode ser utilizada em redes radiais quando os defeitos podem ser alimentados a partir de mais que uma fonte (por exemplo, na presença de geração distribuída).

Para além disso, a sua aplicação pode ser alargada a outros tipos de defeitos que não podem ser detetados pelas funções de proteção convencionais, tais como condutores partidos em linhas aéreas ou desequilíbrios de corrente em máquinas rotativas causados pela operação monofásica ou desequilíbrio de carga pesada.

5.5.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis quatro escalões independentes de máximo de corrente: os dois primeiros apresentam características de tempo definido, enquanto o terceiro e quarto escalões têm características de tempo definido ou inverso que poderão ser opcionalmente selecionadas. Cada escalão pode ser separadamente ativado pela mudança de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1, 2, 3 ou 4). Alternativamente ao seu comportamento por defeito de máximo de corrente não-direcional, a direcionalidade pode ser independentemente acrescentada a cada escalão em opção.

Princípio de Medição

A Proteção de Máximo de Corrente de Sequência Inversa monitoriza continuamente a corrente de sequência inversa, obtida a partir dos sinais de corrente de fase, associada a um canal analógico ligado à entrada de função I.

$$\bar{I}_2 = 1/3 \cdot (\bar{I}_A + a^2 \cdot \bar{I}_B + a \cdot \bar{I}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \quad (5.18)$$

Estando reunidas as condições para operação, os arranques e os disparos da função são sinalizados independentemente para cada escalão.

O arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da corrente medida é maior que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxIop**). Uma histerese incorporada entre o arranque e os níveis de rearme garante a estabilidade apropriada das saídas de função. O arranque e os níveis de rearme exatos dependem das características de tempo selecionadas.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relacionados com a corrente nominal do TI.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.19)$$

O limiar de operação dispõe de uma gama de operação alargada para todos os escalões permitindo níveis de sensibilidade distintos para a deteção de defeitos e permite a implementação de diferentes esquemas de coordenação da proteção.

Característica de Tempo Definido

Só é possível para características de operação para os escalões 1 e 2. Poderá ser também definido em opção para os escalões 3 e 4.

Se a característica de tempo definido for selecionada, o arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da corrente medida é maior que o limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxIop**). O escalão é reiniciado quando a amplitude é menor que 96% desse parâmetro.

O tempo de disparo é constante nesta opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro do escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação é definido para zero, o disparo será instantâneo.

Uma temporização de rearme pode ser definida adicionalmente para estabilizar as saídas de arranque. Está disponível no parâmetro **StxDropDelay**. Se a temporização de rearme for zero, o reinício do escalão correspondente pode ser sempre instantâneo se a amplitude de corrente cair abaixo do nível de reinício. Por outro lado, se a temporização de rearme for diferente de zero, o reinício do escalão será adiado (consultar a subsecção 8.1.4 - Rearme Tempo Definitivo para mais detalhes).

Após o disparo, o escalão reinicia sempre imediatamente após a condição de arranque ser cancelada.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada em opção para os escalões 3 e 4.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, o arranque acontece somente se a amplitude de corrente for maior 1,04 vezes que o limiar operacional, de modo a evitar a integração de tempo infinito (ver fórmulas (5.20) e (5.21)). O rearme ocorre quando o valor medido é menor que o parâmetro do limiar.

O tempo de disparo não é constante e depende da relação entre a corrente medida e o limiar operacional I_{op} (parâmetro **StxIop**): quanto maior for a corrente, menor será o tempo de disparo. Estão disponíveis várias normas ANSI e IEC, e podem ser independentemente selecionadas para cada escalão (no parâmetro **StxCurve**). As características de tempo ANSI obedecem à fórmula geral (5.20), ao passo que as características de tempo IEC obedecem à fórmula (5.21). As expressões são integradas ao longo do tempo de modo a acumular variações de corrente no tempo entre arranque e disparo. O temporizador T_{MAX} (parâmetro **StxMaxTime**) determina o ponto de início da curva, em conjunto com o limiar de corrente geral I_{op} (parâmetro **StxIop**). No entanto, o arranque do escalão só é sinalizado se a corrente for maior que o parâmetro específico (**StxIstart**) que terá de ser superior ou igual a I_{op} . O índice de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. Um tempo de operação mínimo pode ser definido (no parâmetro **StxMinTime**), que define, para correntes elevadas, o limite inferior da característica de tempo. Consultar o anexo 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes.

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^p - 1} + B \right) \cdot TM \quad (5.20)$$

$$t = \frac{A \cdot TM}{(I/I_{op})^p - 1} \quad (5.21)$$

Cada escalão pode ser instantaneamente reiniciado ou o tempo de reinício pode ser definido de acordo com a característica de tempo inverso, selecionado opcionalmente pelo utilizador (no parâmetro **StxDropType**).

Se a opção de tempo inverso for selecionada, e o tempo de rearme depender da corrente medida, de acordo com a fórmula (5.22). Esta opção, definida pela norma ANSI, é alargada às curvas IEC na TPU S430. Permite emular o comportamento dinâmico de relés eletromecânicos antigos, se a coordenação com este tipo de dispositivos for um problema. Assim como para o rearme instantâneo, o sinal de arranque é definido como inativo assim que a corrente cair abaixo do nível de rearme; no entanto, o relé não resume a posição de rearme imediatamente. Se ocorrer um novo defeito antes que esta posição seja alcançada, o disparo seguinte será inicializado num curto espaço de tempo, dependendo da corrente medida e do tempo transcorrido entre os defeitos. O índice de tempo (TM) corresponde ao mesmo parâmetro utilizado na característica de disparo. A expressão é também integrada ao longo do tempo de modo a integrar as variações na amplitude de corrente.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (5.22)$$

Direcionalidade

Cada escalão pode ser complementado independentemente com um elemento direcional, *i.e.* poderá ser definido como não-direcional (apenas medida de máximo de tensão) ou direcional (frente ou trás), configurável no parâmetro **StxDirection**.



O elemento direcional da Proteção de Máximo de Corrente de Sequência Inversa está disponível apenas se a TPU S430 disponibilizar entradas analógicas de tensão trifásica com ligação à terra (variantes U e S).



A direção frente é definida como sendo o sentido para o objeto protegido, enquanto a direção contrária é o sentido para fora do objeto protegido. A polaridade do TI deverá ser convenientemente configurada de acordo com esta convenção (consultar a subseção correspondente 4.4.3 - Canais).

A característica direcional é avaliada quando a corrente de operação é maior que o limiar de arranque correspondente. A polarização do elemento direcional é efetuada com a tensão de sequência inversa. Poderá ser obtida a partir de sinais de tensão trifásica à terra ou a partir de pelo menos dois sinais de tensão fase-fase, associada a um canal analógico ligado à função da entrada **U**.

$$\bar{U}_2 = 1/3 \cdot (\bar{U}_A + a^2 \cdot \bar{U}_B + a \cdot \bar{U}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \tag{5.23}$$

O relé avalia a direção do defeito pela diferença do ângulo de fase entre a corrente de sequência negativa e o simétrico da tensão de sequência inversa. A característica direcional correspondente está representada na Figura 5.12. O ângulo máximo do binário de aperto, que define a rotação da característica, é configurado pelo utilizador no parâmetro **DirectionAngle**. Deverá ser definido de acordo com o ângulo de fase do sistema de impedância de sequência inversa. Uma histerese incorporada de 5° garante a estabilidade adequada da decisão da direção.

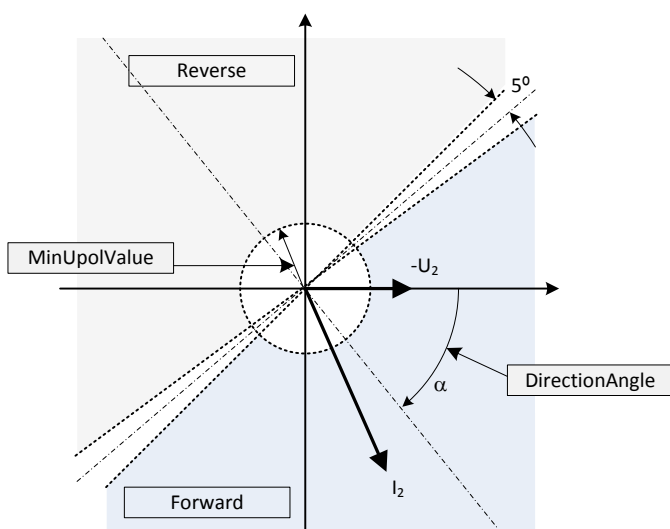


Figura 5.12. Característica direcional de sequência inversa com polarização por tensão.

Deverá estar disponível uma quantidade mínima de polarização; a direção será determinada se a tensão de sequência inversa for maior que o parâmetro **MinUpolValue**. A sua gama de parametrização garante a sensibilidade necessária para a maioria das condições de defeito. No entanto, quando a tensão de sequência inversa não é suficientemente alta para polarizar o relé, o utilizador poderá inibir o critério direcional, permitindo um disparo não-direcional, permitindo um disparo não-direcional, ou antes bloquear os escalões. Estas duas opções estão disponíveis no parâmetro **VTFailAction**.

Uma falha do transformador de tensão causa também uma perda da quantidade de polarização. No caso dos disparos do disjuntor dos transformadores de tensão, nenhuma tensão de medida estará disponível para a polarização do relé nas três fases em simultâneo; por outro lado, no caso de defeito do TT, a tensão de sequência inversa não poderá ser calculada. A indicação de falha do TT deverá ser ligada à entrada **VTFail**. Poderá ser o resultado da função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão). Se esta indicação for recebida, a função irá operar de acordo com o comportamento definido no parâmetro **VTFailAction**.

A direção do defeito é sinalizada na saída da função **FaultDirection** contendo três valores possíveis: **DESCONHECIDO**, **FRENTE** e **TRÁS**. Se o elemento direcional não for permitido para qualquer escalão, o **FaultDirection** indicará sempre **DESCONHECIDO**. Este é também o estado da entidade de defeito enquanto nenhum defeito for detetado.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St4Block**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **I** não corresponde a um grupo de três sinais de corrente fase.

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para o estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**: os escalões direcionais não estão ativados neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde ao grupo de três tensões fase-terra ou dois sinais de tensão fase-fase: os escalões direcionais não estão ativados neste caso.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.5.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.19 e Tabela 5.20, respetivamente.

Tabela 5.19. Entradas de função de Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes operacionais
U	U	ANL CAN	-	Tensões de polarização
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2
St3Block	Bloqueio Esc3	DIG	2	Bloqueio do escalão 3
St4Block	Bloqueio Esc4	DIG	2	Bloqueio do escalão 4
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão

Tabela 5.20. Saídas de função de Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão da configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
St3Behavior	Modo Operação Esc3	INT	-	Modo de operação do escalão 3
St4Behavior	Modo Operação Esc4	INT	-	Modo de operação do escalão 4
Health	Condição	INT	-	Condição da Função

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St3Blocked	Esc3 Bloqueado	DIG	-	Escalão 3 bloqueado
St4Blocked	Esc4 Bloqueado	DIG	-	Escalão 4 bloqueado
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 2
St3Pickup	Esc3 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 3
St4Pickup	Esc4 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 4
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2
St3Trip	Esc3 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 3
St4Trip	Esc4 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 4
FaultDirection	Direção Defeito	INT	-	Indicação da direção do defeito

5.5.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.21.

Tabela 5.21. Parâmetros da função de Máximo de Corrente de Sequência Inversa (Direcional)

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
DirectionAngle	Ângulo Direção	[-90.0..90.0] °	45.0	Ângulo da característica direccional
MinUpolValue	Limiar Min Upol	[0.01..1.0] × U_r	0.05	Tensão de polarização mínima
VTFailAction	Ação Falha TT	DISPARO / BLOQUEIO	TRIP	Ação em caso de falha do transformador de tensão
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Direction	Esc1 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 1
St1DropType	Esc1 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 1
St1DropDelay	Esc1 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 1
St1Iop	Esc1 Iop	[0.05..4.0] × I_r	0.5	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de operação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Direction	Esc2 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 2

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St2DropType	Esc2 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 2
St2DropDelay	Esc2 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 2
St2Iop	Esc2 Iop	$[0.05..4.0] \times I_r$	0.5	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de operação do escalão 2
St3Operation	Esc3 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 3
St3Direction	Esc3 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 3
St3Curve	Esc3 Curva	Ver Anexo 8.1	ANSI DEF	Tipo de curva do escalão 3
St3TMS	Esc3 TMS	[0.05..15.0]	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 3
St3DropType	Esc3 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 3
St3DropDelay	Esc3 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 3
St3Iop	Esc3 Iop	$[0.05..4.0] \times I_r$	0.2	Limiar de operação do escalão 3
St3Top	Esc3 Top	[0..60000] ms	400	Tempo de operação do escalão 3
St3TimeAdder	Esc3 Adição Tempo	[0..30000] ms	0	Adição constante de tempo do escalão 3
St3MaxTime	Esc3 Tempo Máx	[0..60000] ms	0	Tempo máximo de operação do escalão 3
St3MinTime	Esc3 Tempo Min	[0..60000] ms	0	Tempo mínimo de operação do escalão 3
St3Istart	Esc3 Iarranque	$[1.0..4.0] \times I_{op}$	1.0	Corrente mínima de arranque do escalão 3
St4Operation	Esc4 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do quarto escalão
St4Direction	Esc4 Direção	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NÃO-DIR	Direção do escalão 4
St4Curve	Esc4 Curva	Ver anexo 8.1	ANSI DEF	Tipo de curva do escalão 4
St4TMS	Esc 4 TMS	[0.05..15.0]	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 4
St4DropType	Esc4 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 4
St4DropDelay	Esc4 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 4
St4Iop	Esc4 Iop	$[0.05..4.0] \times I_r$	0.2	Limiar de operação do escalão 4

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St4Top	Esc4 Top	[0..60000] ms	400	Tempo de operação do escalão 4
St4TimeAdder	Esc4 Adição Tempo	[0..30000] ms	0	Adição constante de tempo do escalão 4
St4MaxTime	Esc4 Tempo Máx	[0..60000] ms	0	Tempo máximo de operação do escalão 4
St4MinTime	Esc4 Tempo Min	[0..60000] ms	0	Tempo mínimo de operação do escalão 4
St4Istart	Esc4 Iarranque	[1.0..4.0] × I _{op}	1.0	Corrente mínima de arranque do escalão 4

5.6 ARRANQUE DE CARGA FRIA

5.6.1 INTRODUÇÃO

Tipicamente, quando a energia é restaurando após um período de interrupção de fornecimento, a carga perde a sua diversidade e a procura é maior que o habitual. Este aumento temporário de corrente de carga é causado por todos os equipamentos elétricos (refrigeradores, aquecedores, ar condicionado) a arrancar em simultâneo. Um período mais longo de interrupção, provavelmente, irá resultar numa grande perda de diversidade de carga e como consequência, numa corrente de carga superior quando o sistema é re-energizado.

O objetivo da função de Arranque de Carga Fria é detetar situações de perda e ajustar temporariamente os limiares de proteção de modo a impedir que operação de máximo de corrente errada em situações de carga fria.

5.6.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Arranque de Carga Fria arranca na ausência de alimentação. Apesar da função conter um detetor de perda de alimentação integrada, também é disponibilizada uma interface para um detetor externo, o que permite o uso de uma função externa ou automação programável pelo utilizador.

A funcionalidade de deteção de perda/ retorno de alimentação é ativada se não houver nada ligado à entrada de deteção externa (entrada **LossOfSupply**). A deteção de perda e retorno de alimentação utiliza níveis de tensão da linha e a posição do disjuntor (entrada **Position**). A indicação de perda de alimentação (saída **LossOfSupply**) permanecerá ativa enquanto o disjuntor permanecer aberto ou se a linha estiver sem tensão enquanto o disjuntor estiver fechado (a alimentação pode ser interrompida por um dispositivo a montante). A deteção de retorno de alimentação é feita de forma semelhante e a indicação de perda de alimentação será desativada se a linha tiver tensão enquanto o disjuntor se encontra fechado.



O arranque da TPU S430 e a ativação de operação da função (*i.e.*, mudar o parâmetro **Operation** para **ON**) não são consideradas como situações de retorno de alimentação.

A função de Arranque de Carga Fria disponibiliza um multiplicador dinâmico (**Multiplier** output), calculado usando o tempo de arranque e o tempo de rearme definidos pelo utilizador (parâmetros **PickupTime** e **ResetTime**, respetivamente).

O multiplicador é apresentado como uma percentagem cujo máximo (100%) é alcançado no fim do tempo de arranque. O multiplicador volta para 0 no fim do tempo de reinício. É possível manter um valor estático de multiplicador por um período configurável após a perda de alimentação ou deteção de retorno de alimentação ao ajustar os parâmetros **PickupDelay** e **ResetDelay**, respetivamente.

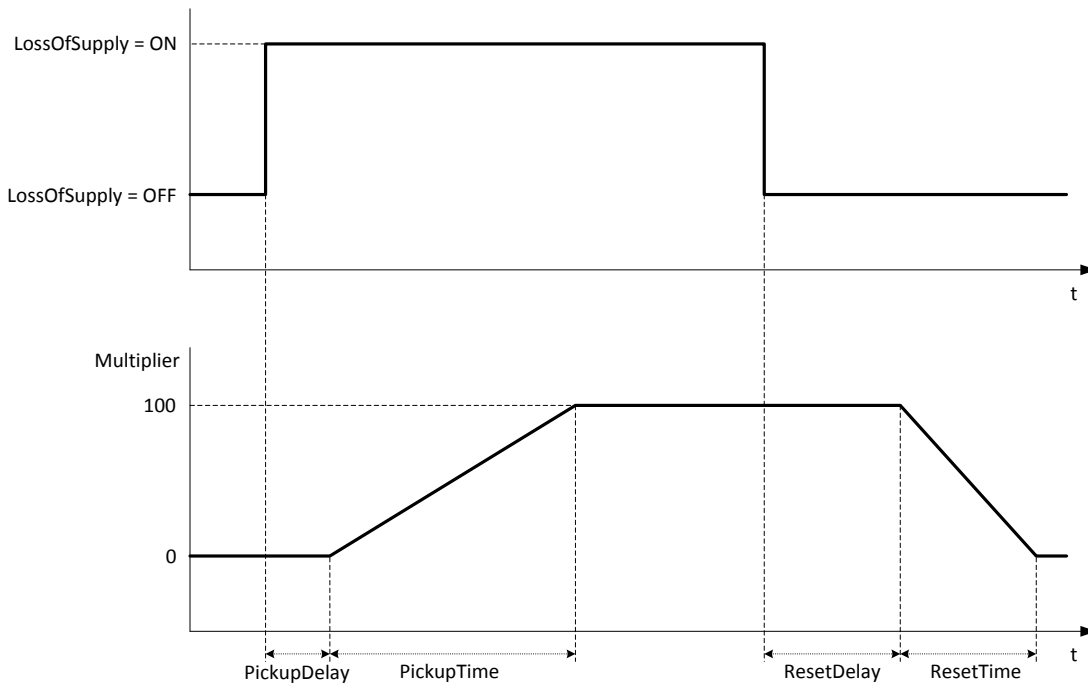


Figura 5.13. Exemplo de uma situação de Arranque de Carga Fria na qual a perda de alimentação dura mais que o tempo configurado de arranque.

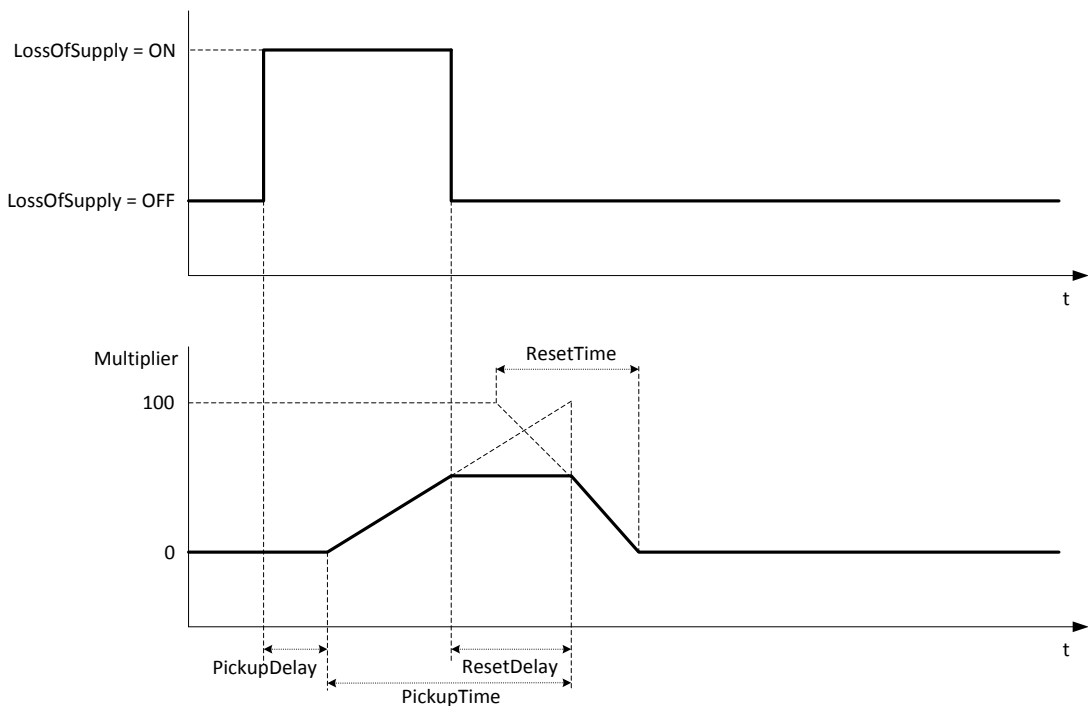


Figura 5.14. Exemplo de uma situação de Arranque de Carga Fria na qual a alimentação volta antes que o tempo de arranque termine.

Inicialização do Multiplicador de Carga Fria

O multiplicador dinâmico é armazenado numa entidade controlável que permite ao utilizador impor um valor específico, entre 0 e 100, em qualquer momento, se necessário. Se o multiplicador for inicializado durante uma situação de perda de alimentação, ficará estático durante o atraso de arranque, como representado pela Figura 5.15. Se o multiplicador for inicializado durante uma situação de retorno de alimentação, ficará estático durante o tempo de rearme, como representado pela Figura 5.16.

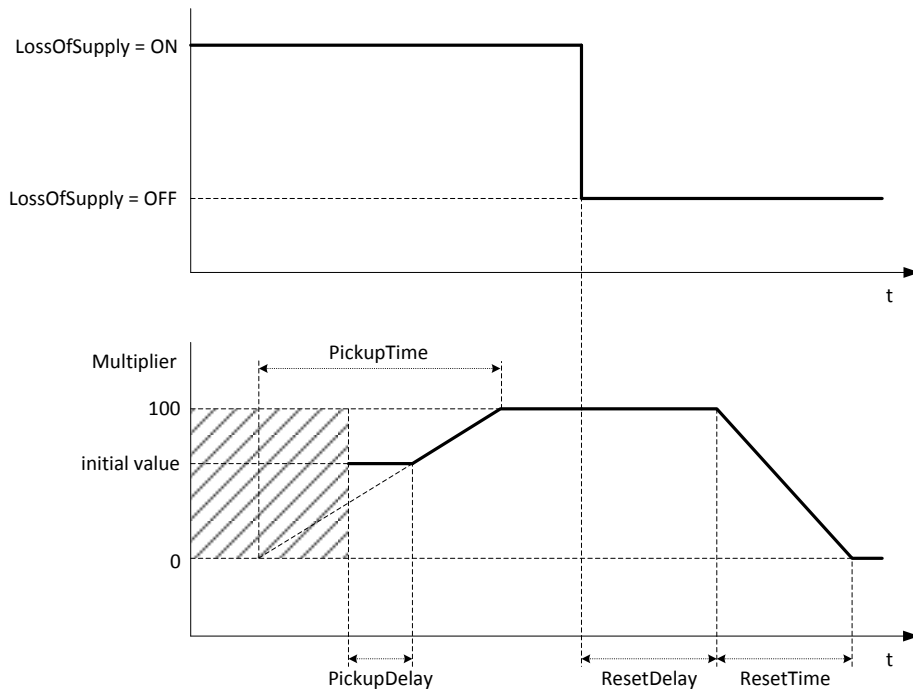


Figura 5.15. Exemplo de uma situação na qual o valor multiplicador é inicializado pelo utilizador durante a deteção de perda de alimentação.

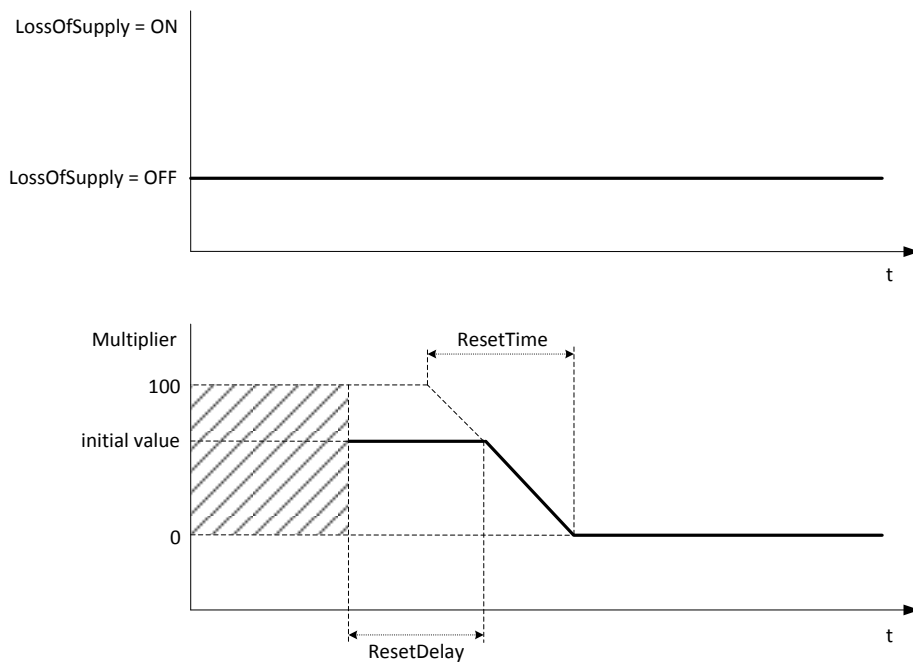


Figura 5.16. Exemplo de uma situação na qual o valor de multiplicador é inicializado pelo utilizador e não existe perda de alimentação.

Se o parâmetro **InitMultiplier** for definido para ON, o multiplicador de carga fria será inicializado com o valor máximo (100 %) se a perda de alimentação for detetada no arranque da unidade.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza duas entradas de bloqueio: uma para bloqueio do arranque da função (**BlockPickup**), outra para bloqueio do rearme da função (**BlockReset**). As condições de bloqueio são sinalizadas nas saídas correspondentes (**PickupBlocked** e **ResetBlocked**).

A função pode operar incorretamente no caso de falha no circuito de medição de tensão. Esta informação pode ser o resultado da função de supervisão (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ A entrada **Position** está desligada e não existe deteção externa de perda de alimentação (a entrada **LossOfSupply** está desligada).

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para o estado de Alarme se:

- ◆ Não existe deteção de perda de alimentação externa (entrada **LossOfSupply** está desligada) e a função não tem acesso às tensões de linha (**U** está desligada). A deteção de perda de alimentação será baseada apenas no estado da posição do disjuntor.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.6.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são listadas na Tabela 5.22 e Tabela 5.23, respetivamente.

Tabela 5.22. Entradas da função de Arranque de Carga Fria.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensões operacionais
BlockPickup	Bloqueio Arranque	DIG	2	Bloqueio de arranque em carga fria
BlockReset	Bloqueio Rearme	DIG	2	Bloqueio do rearme em carga fria
Position	Posição	DB DIG	1	Posição do disjuntor
LossOfSupply	Perda Alimentação	DIG	2	Perda de alimentação
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão

Tabela 5.23. Saídas da função de Arranque de Carga Fria.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de software	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo Operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Multiplier	Multiplicador	INT CTRL	-	Multiplicador de arranque em carga fria
PickupBlocked	Arranque Bloqueado	DIG	-	Arranque em carga fria bloqueado
ResetBlocked	Rearme Bloqueado	DIG	-	Rearme em carga fria bloqueado
LossOfSupply	Perda Alimentação	DIG	-	Perda de alimentação

5.6.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.24.

Tabela 5.24. Parâmetros da função de Arranque de Carga Fria.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
PickupDelay	Atraso Arranque	[0..60] min	0	Atraso do arranque em carga fria
PickupTime	Tempo Arranque	[0..720] min	1	Tempo do arranque em carga fria
ResetDelay	Atraso Rearme	[0..60] min	0	Atraso do rearme em carga fria
ResetTime	Tempo Rearme	[0..720] min	1	Tempo de reinício de carga fria
InitMultiplier	Inicialização Mult	OFF / ON	OFF	Inicialização do multiplicador de arranque em carga fria
UmaxDead	Umax Sem Tensão	$[0.05..0.8] \times U_r$	0.2	Limiar de tensão máximo para considerar a linha sem tensão
UminLive	Umin Em Tensão	$[0.2..1.2] \times U_r$	0.8	Limiar de tensão mínimo para considerar a linha em tensão

5.7 SOBRECARGA COM IMAGEM TÉRMICA

5.7.1 INTRODUÇÃO

A Sobrecarga com Imagem Térmica é uma função que implementa um modelo térmico do motor, transformador ou cabo, baseado nas suas correntes de entrada. Esta função é baseada na equação diferencial que relaciona o aumento em temperatura com a corrente no condutor. Este aumento de temperatura depende da capacidade de dissipação do material e das condições envolventes. O que pode impedir a aplicação da função de proteção em linhas aéreas devido à incerteza das condições envolventes (humidade, vento...).

Dado que esta função opera com quantidades de temperatura, o que tem naturalmente um tempo de resposta não imediato, não é esperado que esta função seja capaz de detetar curto-circuitos. Para desse tipo de defeitos, devem ser usadas funções de proteção como a função de Máximo de Corrente de Fase. A função de Sobrecarga com Imagem Térmica protege os equipamentos em cenários específicos, como quando existem várias ocorrências de máximo de corrente, que não são elevadas o suficiente para que funções de proteção de curto-circuito operem. Esta condição pode levar ao sobreaquecimento dos materiais, podendo possivelmente destruí-los.

Esta função tem como principal objetivo impedir a deterioração de propriedades de isolamento e elétricas dos materiais quando expostos a sobreaquecimento causado pelas correntes. Dado que esta função lida com fenómenos de longo-prazo, monitoriza continuamente o valor de corrente em cada fase e calcula a sua contribuição para o aumento da temperatura.

5.7.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A Sobrecarga com Imagem Térmica garante um escalão de proteção independente. A função pode ser ativada pela mudança do parâmetro **Operation**.

Princípio de Medição

A função de Sobrecarga Térmica estima o aumento da temperatura acima da temperatura ambiente nos equipamentos elétricos que está a supervisionar. O cálculo é baseado no valor de corrente atual e na corrente máxima admissível a operar continuamente. A estimativa do aumento de temperatura causado pela corrente é baseada na seguinte fórmula:

$$\tau \frac{\partial \Theta}{\partial t} + \Theta = I^2 \quad (5.24)$$

Θ = Aumento de temperatura.

τ = Constante de tempo térmica.

I^2 = Relação entre a corrente RMS medida e a corrente RMS máxima suportada $(I_{RMS}/I_{Max})^2$.

Se considerarmos que o valor da temperatura é constante em regime permanente, então o valor de $\tau \frac{\partial \Theta}{\partial t}$ na equação é zero. Desta forma, é possível encontrar a temperatura máxima para uma determinada corrente:

$$\Theta_{Max} = \left(\frac{I_{RMS}}{I_{Max}} \right)^2 \times T_{Max} \quad (5.25)$$

Θ_{Max} = Aumento máximo de temperatura devido a I_{RMS} .

T_{Max} = Aumento máximo de temperatura devido a I_{Max} .

O aumento real da temperatura de cada fase é calculado tendo em consideração o valor anterior (intervalo de tempo Δt antes) da mesma quantidade:

$$\Theta_n = \Theta_{n-1} + (\Theta_{Max} - \Theta_{n-1}) \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} \right) \quad (5.26)$$

A temperatura final usada para o modelo térmico (que está disponível na saída da função **TempThmModel**) é a temperatura mais elevada Θ_n entre as três fases, após adicionar a temperatura ambiente.

Parâmetros

Dado que imediatamente após o início do relé, o valor da temperatura anterior não é conhecido, o primeiro parâmetro que o utilizador deverá configurar é o parâmetro **InitTempOpt**. Assim, o utilizador pode definir se a função começa a partir da temperatura máxima que corresponde à corrente actual (**InitTempOpt** = ON), assumindo que o regime permanente já foi atingido, ou se a função inicia a partir da temperatura ambiente (**InitTempOpt** = OFF).



Se o parâmetro **InitTempOpt** for ativado, poderá levar a uma sinalização instantânea após o início (**Arranque, Alarme, Disparo, Religação**), dependendo dos valores da entrada de corrente.

A constante de tempo térmica τ está relacionada com a taxa de variação da temperatura e, por consequência, no seu tempo de subida. Este parâmetro é normalmente fornecido pelo fabricante. De salientar que τ é fornecido habitualmente em minutos e a função recebe o parâmetro em segundos. Se esta informação não estiver disponível, o utilizador pode sempre estimar o seu valor baseado na corrente nominal de curto-circuito admissível (I_{1s}) e a corrente máxima contínua (parâmetro **IMax**).

$$\tau = \left(\frac{I_{1s}}{I_{Max}} \right)^2 \quad (5.27)$$

O utilizador deve sempre definir o aumento da temperatura máxima acima da temperatura ambiente que é suportada pelo equipamento (parâmetro **TempMax**), que corresponde à corrente máxima em contínuo (parâmetro **IMax**). Este valor é muito importante para a configuração correta do modelo térmico.

A saída **Pickup** é ativada quando a corrente, em pelo menos uma fase, é tal que a temperatura máxima correspondente (Θ_{Max}), mais a temperatura ambiente, é maior que o limiar de operação (parâmetro **TripTemp**). Tal significa que, se a o valor de corrente actual se mantiver, irá causar um disparo da função após um tempo determinado.

A condição de **Alarme** é alcançada quando **TempThmModel** é superior ao parâmetro **AlarmTemp**. As saídas **Trip** e **RecloseTemp** estão relacionadas com **TempThmModel** mas o limiar associado é definido pelo parâmetro **TripTemp**. Após a sinalização de **Trip** ser emitida a temperatura precisa descer para um valor inferior ao parâmetro **RecloseTemp** para desativar a saída **BlockReclose**.



O parâmetro **TempMax** é a variação máxima de temperatura, acima da temperatura ambiente, suportada pelo equipamento. Pelo contrário, os parâmetros **AlarmTemp**, **TripTemp** e **RecloseTemp** estão definidos em temperatura absoluta (incluindo a temperatura ambiente).

Modos de Operação

A temperatura ambiente pode ser definida pelo utilizador ou pode ser lida diretamente a partir de um sensor externo se disponível.

- ◆ Ao utilizar o sensor de temperatura externo, as variações na temperatura ambiente causarão variações equivalentes na temperatura do modelo térmico que influenciarão diretamente a corrente máxima suportada em continuidade.
- ◆ Se não houver medição externa de temperatura, a função pode ser configurada utilizando uma temperatura ambiente por defeito (parâmetro **EnvTemp**).
- ◆ O utilizador pode sempre definir o **EnvTemp** como zero e definir as temperaturas de alarme, disparo e religação como aumento de temperatura permitido acima da temperatura ambiente, como **TempMax** é definido.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio da função (**Block**) que pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. Este bloqueio pode ser utilizado para impedir a operação incorreta da função, ao bloquear todas as

saídas digitais da função. Independentemente das condições de bloqueio definidas pelo utilizador, a função funciona e atualiza as saídas de medida (como **TempThmModel**). Se o objetivo é desligar a função de Sobrecarga com Imagem Térmica, então o utilizador terá de mudar o parâmetro **Operation**.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe canal analógico associado à entrada I;
- ◆ **AlarmTemp**, **TripTemp** e **RecloseTemp** são definidos com valores abaixo da temperatura ambiente (**EnvTemp**) e não há medição externa de temperatura (**TempSensor** = OFF);
- ◆ O utilizador indica a existência de sensor de temperatura (**TempSensor** = ON) mas sem medidas analógicas válidas associadas à entrada **EnvTempIn**.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.7.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são apresentados Tabela 5.25 e Tabela 5.26, respetivamente.

Tabela 5.25. Entradas de Função Sobrecarga com Imagem Térmica.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	Correntes	ANL CAN	-	Correntes para o modelo térmico
Block	Bloqueio	DIG	-	Bloqueio das saídas
EnvTempIn	Sensor Temp Amb	ANL	-	Sensor de temperatura ambiente

Tabela 5.26. Saídas de Função Sobrecarga com Imagem Térmica.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo Operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Pickup	Arranque	DIG	-	Indicação de arranque
Alarm	Alarme	DIG	-	Indicação temperatura de alarme
Trip	Disparo	DIG	-	Indicação limite térmico máximo
BlockReclose	Bloq Religação	DIG	-	Bloqueio de religação
TempA	Temperatura Fase A	ANL	-	Temperatura da fase A
TempB	Temperatura Fase B	ANL	-	Temperatura da fase B
TempC	Temperatura Fase C	ANL	-	Temperatura da fase C
TempThmModel	Temp Modelo Térmico	ANL	-	Temperatura para modelo térmico
TempRatio	Rácio Temp/ TempMax	ANL	-	Rácio entre a temperatura e a temperatura máxima

5.7.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.27.

Tabela 5.27. Parâmetros da função de Sobrecarga Térmica.

Identificador	Título	Gama	Valor de Fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
InitTempOpt	Opção Temp Inicial	OFF / ON	OFF	Arrancar com a temperatura referente à corrente atual em cada fase
Tau	Const Tempo	[1.. 60000] s	600	Constante de tempo
Imax	Corrente Máxima	[0.0..999999.9] A	999999.9	Corrente máxima em permanência
TempMax	Temperatura Máxima	[0..250] °C	60	Temperatura máxima em permanência
TempSensor	Sensor Temperatura	OFF / ON	OFF	Operação do sensor de temperatura ambiente
EnvTemp	Temp Ambiente	[-50..200] °C	0	Indicação manual de temperatura ambiente
AlarmTemp	Temperatura Alarme	[0..250] °C	50	Valor de temperatura de alarme
TripTemp	Temperatura Disparo	[0..250] °C	60	Valor de temperatura de disparo
RecloseTemp	Temp Religação	[0..250] °C	40	Valor de temperatura para religação

5.8 FECHO-SOBRE-DEFEITO

5.8.1 INTRODUÇÃO

A função Fecho-sobre-Defeito é uma proteção instantânea para eliminação muito rápida de defeitos quando são detetados imediatamente após o fecho do disjuntor

O principal objetivo desta proteção é complementar a Proteção de Distância nos casos em que esta não pode operar, nomeadamente em defeitos trifásicos francos após a energização da linha (por exemplo, um defeito causado pelo interruptor de terra que foi fechado no momento em que o disjuntor é ligado). Estes defeitos podem não ser detetados se os transformadores de tensão estão posicionados no lado da linha do disjuntor, porque nem os sinais de tensão instantâneos, nem a memória de tensão antes do defeito estarão disponíveis nesta situação para polarização da Proteção de Distância.

A Proteção Fecho-sobre-Defeito é normalmente baseada num elemento de máximo de corrente não-direcional, de modo a assegurar a confiança na ausência de memória de tensão. Opcionalmente, a lógica de Fecho-sobre-Defeito pode também ser utilizada para permitir o disparo instantâneo de qualquer outro elemento de proteção (por exemplo, um escalão de Proteção de Distância não-direcional).

Este esquema de proteção poderá ser utilizado noutras aplicações, independentemente da Proteção de Distância. A sua operação pode ser restrita a comandos manuais de fecho ou poderá ser aplicado seguindo as sequências de religação.

5.8.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A lógica de Fecho-sobre-Defeito não poderá ser associada a qualquer escalão da função de proteção. Alternativamente, estará disponível um escalão de máximo de corrente.

Ativação

A Proteção de Fecho-sobre-Defeito é apenas permitida para disparos quando as condições internas ou externas são reunidas.

É ativado por indicação externa associada a entrada da função **ExtEnable**. Esta entrada pode ser livremente associada à condição definida pelo utilizador, mas será normalmente associada aos comandos de fecho do disjuntor.

Como alternativa, a Proteção de Fecho-sobre-Defeito pode também ser ativada por condições internas, dependendo do valor das entradas analógicas associadas à função. Este mecanismo (deteção de linha desligada) é automaticamente ativado se a entrada de tensão for ligada à função da entrada **U** descrita abaixo.

Os dois métodos podem ser simultaneamente permitidos, o que em cada caso a primeira condição de ativação a ser reunida irá ativar a função de proteção.

Após o cancelamento de todas as condições de ativação, a função permanece ativa para um determinado intervalo de tempo, definido pelo parâmetro **SustainTime**. Isto garante uma janela temporal que segue a energização da linha durante a qual a Proteção de Fecho-sobre-Defeito é permitida para disparar.

A sua saída **Active** sinaliza o estado da Proteção de Fecho-sobre-Defeito. Esta sinalização pode ser associada a outros escalões da proteção selecionados pelo utilizador, através da lógica de disparo externa (consultar a secção 5.21 - Lógica de Disparo Trifásico para mais detalhes). Os escalões selecionados irão disparar imediatamente no caso de a indicação de Fecho-sobre-Defeito estar ativa. O disparo é sempre tripolar.

Deteção de Linha Desligada

É integrado nesta função um mecanismo complementar de deteção de linha desligada. Como já referido antes, é utilizado para a ativação da Proteção de Fecho-sobre-Defeito; neste caso, o disparo da função é ativado primeiro que o comando de fecho do disjuntor. A indicação da linha desligada está disponível como saída de função (**DeadLineDetected**) por isso não poderá ser utilizada para outros fins.

A deteção da linha desligada é automaticamente detetada quando um canal de tensão é ligado à entrada da função **U**. São permitidos mais que um ou mais sinais de tensão fase-terra ou fase-fase se o TT correspondente for ligado à linha do disjuntor.

O princípio básico para a detecção de uma linha desligada é a ausência simultânea de tanto de correntes e tensões. Todas as correntes de fase deverão ser menores que o parâmetro **ImaxDead** e todos os sinais de tensão associados à entrada **U** deverão ser menores que o parâmetro **UmaxDead**. A linha assumida como desligada se estas duas condições permanecerem ativas durante mais de intervalo de tempo determinado, definido em **DLDConfirmTime**. A indicação é cancelada assim que a amplitude das correntes ou tensões seja maior que o parâmetro correspondente.



O parâmetro **DLDConfirmTime** pode ser usado para impedir o disparo de Fecho-sobre-Defeito durante as sequências de Religação Automática. Por exemplo, o Fecho-sobre-Defeito não será ativado após um comando de religação rápida se **DLDConfirmTime** for superior ao tempo de isolamento de Religação Automática.

Escalão incorporado de máximo de corrente

Um escalão independente de máximo de corrente de disparo instantâneo está disponível. Pode ser separadamente ativado pela mudança de parâmetro (**OCOperation**). Este escalão de máximo de corrente é ativado apenas se a função Fecho-sobre-Defeito estiver ativa.

Este escalão monitoriza continuamente os três sinais de corrente de fase, associados a um canal analógico ligado à entrada da função **I**. O escalão de máximo de corrente é executado em modo *full-scheme*, o que significa que existem elementos separados para monitorizar cada entrada. O disparo da função é independentemente sinalizado para cada fase se estiverem reunidas as condições de operação.

Existe também uma saída de disparo geral. Corresponde à condição lógica OU das saídas de fase, é ativada se pelo menos um dos disparos estiver ativo.

O disparo é sempre instantâneo. É sinalizado quando a amplitude de corrente medida é maior que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**OClop**). O escalão reinicia quando a amplitude é menor que 96% desse parâmetro. A histerese incorporada entre o arranque e os níveis de rearme garante a estabilidade adequada das saídas de função.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativo à corrente nominal do TI primário.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.28)$$

O limiar de arranque tem uma gama de parametrização alargada que permite o escalão de máximo de corrente para defeitos de máximo de corrente.

Condições de Bloqueio

A função garante uma entrada de bloqueio (**OCBlock**) para bloquear o escalão de máximo de corrente incorporado. Pode ser livremente associado a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**OCBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existir canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ O canal de corrente associado à entrada **I** não inclui todas as fases.

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** está definida para o estado de Alarme se:

- ◆ Não existir um canal analógico associado à entrada **U**: a detecção da linha desligada não funciona neste caso;
- ◆ O canal de tensão de neutro é associado à entrada **U**: a detecção da linha desligada não funciona neste caso.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.8.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são apresentadas na Tabela 5.28 e Tabela 5.29, respetivamente.

Tabela 5.28. Entradas da função de Fecho-sobre-Defeito.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes operacionais
U	U	ANL CAN	-	Tensões da linha
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
OCBlock	Bloqueio MI	DIG	4	Bloqueio do escalão de máximo de corrente
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão
ExtEnable	Ativação Externa	DIG	2	Ativação externa da função

Tabela 5.29. Saídas da função de Fecho-sobre-Defeito.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo Operação	INT	-	Modo de operação da função
OCBehavior	Modo Operação MC	INT	-	Modo de operação do escalão de máximo de corrente
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
OCBlocked	Esc MI Bloqueado	DIG	-	Escalão de máximo de corrente bloqueado
DeadLineDetected	Linha Desligada	DIG	-	Deteção de linha desligada
Active	Ativo	DIG	-	Fecho-sobre-defeito ativo
OCTripA	MI Disparo A	DIG	-	Disparo escalão máximo de corrente, fase A
OCTripB	MI Disparo B	DIG	-	Disparo escalão máximo de corrente, fase B
OCTripC	MI Disparo C	DIG	-	Disparo escalão máximo de corrente, fase C
OCTrip	MI Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão máximo de corrente

5.8.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.30.

Tabela 5.30. Parâmetros da função de Fecho-sobre-Defeito.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
MeasMode	Modo Medida	RMS / DFT	RMS	Modo de medida usado (RMS, DFT, ...)

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
SustainTime	Tempo Prolongamento	[40..60000] ms	500	Tempo de prolongamento após final das condições de ativação
I _{max} Dead	I _{max} DLD	$[0.05..1.5] \times I_r$	0.1	Limiar máximo de corrente para linha desligada
U _{max} Dead	U _{max} DLD	$[0.05..0.8] \times U_r$	0.2	Limiar máximo de tensão para linha desligada
DLDConfirmTime	Tempo Confirm DLD	[40..10000] ms	1000	Tempo de confirmação para deteção de linha desligada
OCOperation	MI Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão de máximo de corrente
OClop	MI I _{op}	$[0,5..40,0] \times I_r$	2,0	Limiar de operação do escalão de máximo de corrente

5.9 DESEQUILÍBRIO DE CONDENSADORES

5.9.1 INTRODUÇÃO

A Proteção de Desequilíbrio de Condensadores é capaz de detetar defeitos nas baterias de condensadores ao observar a corrente de desequilíbrio que circula entre os pontos de neutro dos dois elementos de uma configuração em estrela não ligada à terra.

Uma bateria de condensadores consiste num número de pequenos elementos dos condensadores ligados em série ou em paralelo dependendo dos requisitos. Um curto-circuito na bateria pode corresponder à descarga elétrica nalguma das fases de apenas um desses condensadores, o que significa uma pequena corrente de defeito. Estes defeitos podem ser difíceis de observar pela função principal Máximo de Corrente de Fases da bateria e têm de ser rapidamente eliminados desde que o máximo de tensão resultante nos restantes condensadores possam causar descarga elétrica em mais elementos da bateria e levar à sua destruição. É neste ponto que a função de proteção de Desequilíbrio de Correntes opera.

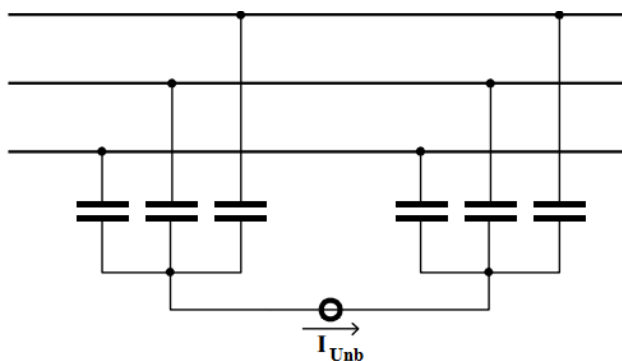


Figura 5.17. Desequilíbrio de corrente numa configuração com dupla estrela não ligada à terra.

5.9.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Dois escalões independentes estão disponíveis: o primeiro escalão apresenta característica de tempo definido, e o segundo escalão apresenta característica de tempo definido ou inverso que pode ser escolhida como opção. Cada escalão pode ser ativado separadamente pela mudança de parâmetro (**St1Operation** e **St2Operation**).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Desequilíbrio de Condensadores monitoriza continuamente uma sinalização de corrente, associada a um canal analógico ligada à entrada da função **I_UNB** (desequilíbrio de corrente). O arranque e o disparo da função são sinalizados independentemente para cada escalão se se reunirem as condições de operação.

O arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da corrente medida é maior que o limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**St1Iop** ou **St2Iop**). Uma histerese integrada entre os níveis de arranque e reinício garante a estabilidade adequada das saídas da função. Os níveis exatos de arranque e de reinício dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade relativo à corrente nominal do TI primário.

$$I_{op}[A] = I_{op}[\rho.u.] \cdot I_r \tag{5.29}$$

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para escalões 1, mas também pode ser definida para escalão 2.

Se for selecionada a característica de tempo definido, o arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da corrente medida é maior que o limiar definido nos parâmetros de escalão correspondente (**StxIop**). Reinicia quando a amplitude é inferior a 96% desse parâmetro.

A temporização de disparo é constante nesta opção e pode ser definida pelo utilizador no parâmetro de escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação for definido para zero, o disparo será instantâneo.

Pode ser definida adicionalmente uma temporização de rearme para estabilizar as saídas de arranque. Está disponível no parâmetro **StxDropDelay**. Se o rearme for zero, o reinício do escalão correspondente é sempre instantâneo se a amplitude da corrente cair abaixo do nível de reinício. Por outro lado, se a temporização de rearme for diferente de zero, o reinício do escalão será atrasado (consultar a subsecção 8.1.4 - Rearme Tempo Definitivo para mais detalhes).

Após o disparo, o escalão reinicia sempre imediatamente após a condição de arranque ser cancelada.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada apenas para o escalão 2.

Se se selecionar a Característica de Tempo Inverso, o arranque só funciona se a amplitude da corrente for superior a 1,04 vezes o limiar de operação, de forma a evitar a integração de tempo infinito (ver fórmulas (5.30) e (5.31)). O reinício acontece quando o valor medido é inferior ao parâmetro do limiar.

O tempo de disparo não é constante e depende da relação entre a corrente medida / e o limiar de operação I_{op} (parâmetro **St2Iop**): quanto maior for a corrente, menor será o tempo de disparo. Estão disponíveis algumas curvas das normas ANSI e IEC, e podem ser independentemente selecionadas para cada escalão (no parâmetro **St2Curve**). As características de tempo ANSI seguem a fórmula geral (5.30), enquanto as características de tempo IEC seguem a fórmula (5.31). As expressões são integradas ao longo do tempo para acomodar variações de corrente no tempo entre o arranque e o disparo. O temporizador T_{MAX} (parâmetro **St2MaxTime**) determina o ponto de início da curva, assim como o limiar geral de corrente I_{op} (parâmetro **St2Iop**). No entanto, o arranque do escalão só é sinalizado quando a corrente é superior ao parâmetro específico (**St2Istart**) que tem de ser maior ou igual a I_{op} . O multiplicador de tempo TM (parâmetro **St2TMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. Também pode ser definido um tempo mínimo de operação (no parâmetro **St2MinTime**), que define, para corrente elevadas, o limite mínimo da característica de tempo. Consultar o anexo 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre estas características.

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^p - 1} + B \right) \cdot TM \quad (5.30)$$

$$t = \frac{A \cdot TM}{(I/I_{op})^p - 1} \quad (5.31)$$

Cada escalão pode ser reiniciado instantaneamente ou o tempo de reinício pode ser definido de acordo com a característica de tempo inverso, opcionalmente selecionado pelo utilizador (no parâmetro **St2DropType**). Se a opção de reinício de tempo inverso for selecionada, o tempo para reiniciar depende da corrente medida, de acordo com a fórmula (5.32). Esta opção, definida na norma ANSI, é alargada na TPU S430 para as curvas IEC. Permite emular o comportamento dinâmico de relés eletromecânicos antigos, se a coordenação com este tipo de dispositivos for um problema. Como para o reinício instantâneo, a sinalização de arranque está definida como inativo assim que a corrente cai abaixo do nível de reinício; no entanto, o relé não retoma para a posição de reinício imediatamente. Se ocorrer um novo defeito antes de esta posição ser alcançada, o disparo seguinte será iniciado em pouco tempo, dependendo da corrente medida e do tempo decorrido entre dos defeitos. O multiplicador de tempo (TM) corresponde ao mesmo parâmetro usado na característica de disparo. A expressão é integrada também ao longo do tempo de modo a aceitar variações na amplitude de corrente.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (5.32)$$

Condições de Bloqueio

A função garante uma entrada de bloqueio para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma dela pode ser livremente associada à condição definida pelo utilizador.

A condição de bloqueio é sinalizada na saída de escalão correspondente (**St1Blocked** e **St2Blocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existir canal analógico correto associado à entrada I_UNB;
A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.9.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são apresentadas na Tabela 5.31 e Tabela 5.32, respetivamente.

Tabela 5.31. Entradas da função de Desequilíbrio de Condensadores.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I_UNB	I	ANL CAN	-	Corrente operacional
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2

Tabela 5.32. Saídas da função de Desequilíbrio de Condensadores.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
Health	Condição	INT	-	Condição da função
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque escalão 2
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo do escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo do escalão 2

5.9.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.33.

Tabela 5.33. Parâmetros da função Desequilíbrio de Condensadores.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1DropType	Esc1 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 1

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1DropDelay	Esc1 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 1
St1Iop	Esc1 Iop	$[0.005..40.0] \times I_r$	0.1	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	[0..300000] ms	0	Tempo de operação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Curve	Esc2 Curva	Ver anexo 8.1	ANSI DEF	Tipo de curva do escalão 2
St2TMS	Esc2 TMS	[0.05..15.0]	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 2
St2DropType	Esc2 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 2
St2DropDelay	Esc2 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 1
St2Iop	Esc2 Iop	$[0.005..20.0] \times I_r$	0.1	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	[0..300000] ms	400	Tempo de operação do escalão 2
St2TimeAdder	Esc2 Adição Tempo	[0..30000] ms	0	Adição constante de tempo de escalão 2
St2MaxTime	Esc2 Tempo Máx	[0..60000] ms	0	Tempo máximo de operação do escalão 2
St2MinTime	Esc2 Tempo Mín	[0..60000] ms	0	Tempo mínimo de operação do escalão 2
St2Istart	Esc2 Iarranque	$[1.0..4.0] \times I_{op}$	1.0	Corrente mínima de arranque do escalão 2

5.10 DETEÇÃO DE CONDUTOR PARTIDO

5.10.1 INTRODUÇÃO

As condições de sobrecarga contínua ou severa que não sejam detetadas pelo sistema de proteção pode levar à deterioração e rutura posterior de condutores de fase. Esta rutura pode também ser originada por algum tipo de stress mecânico nos condutores.

Os condutores partidos, como curto-circuitos, são condições de defeito do sistema de energia que têm que ser tratadas pelo sistema de proteção. A deteção de condutores partidos é frequentemente problemática, dado que a assimetria que é observada está dependente da carga e pode ser abaixo do limiar de operação de funções de proteção convencionais, que não estão preparados habitualmente para lidar com todas as condições do condutor partido.

Os componentes de sequência negativa são associados habitualmente para algum tipo de desequilíbrio no sistema de energia, e podem ser usados com sucesso na deteção de condutores partidos e descontinuidades de fase. No entanto, um escalão simples de Máximo de Corrente de Sequência Negativa tem de ser dessensibilizado para permitir erros de medida causados pelas correntes de fase elevadas e assim permitir operar em condições de carga fraca. Considerar a característica baseada na relação entre as correntes de sequência positiva e negativa estabiliza a operação da operação contra erros causados pela saturação do TI em caso de correntes de defeito elevadas enquanto disponibiliza sensibilidade elevada para correntes de carga baixa.

Apesar da função de Verificação de Condutor Partido pode ser usada para disparar o disjuntor associado, é usado mais frequentemente para emitir um alarme.

5.10.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Verificação de Condutor Partido oferece um escalão independente de tempo definido, monitorizando a relação entre as correntes de sequência negativa e positiva. A função pode ser ativada pela mudança do parâmetro (**Operation**).

Princípio de Medição

A função de Verificação de Condutor Partido monitoriza continuamente a relação entre as correntes de sequência negativa e positiva, obtidas a partir de três sinais de corrente trifásica, associada ao canal ligado à entrada de função I.

$$r_{op} = \frac{|\bar{I}_2|}{|\bar{I}_1|} \quad (5.33)$$

$$\bar{I}_2 = 1/3 \cdot (\bar{I}_A + a^2 \cdot \bar{I}_B + a \cdot \bar{I}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \quad (5.34)$$

$$\bar{I}_1 = 1/3 \cdot (\bar{I}_A + a \cdot \bar{I}_B + a^2 \cdot \bar{I}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \quad (5.35)$$

A relação entre as correntes de sequência negativa e positiva é calculada apenas se a amplitude de corrente de pelo menos uma das fases é maior que o limiar definido no parâmetro **MinPhaseCurrent**. O limiar de corrente mínimo está definido em valores por unidade, relacionado com a corrente nominal do TI primário.

$$I_{\min}[A] = I_{\min}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.36)$$

O arranque da função é sinalizado quando a relação medida é maior que o parâmetro **MinStartValue**. A gama alargada de parâmetros de **MinStartValue** permite configurar limiares de operação de elevada sensibilidade. Para assegurar a estabilidade da decisão da função para correntes de fase muito baixas, está integrado um limiar de corrente de sequência negativa mínimo de 2,5% da corrente nominal do TI primário. A característica operacional é mostrada na Figura 5.18.

Para correntes de sequência positiva elevadas, a função reinicia com fator de rearme de 97% do nível de operação correspondente. Para correntes baixas, se o nível de operação corresponder à corrente de sequência negativa menos que 5% da corrente primária nominal, uma margem maior (6%) é considerada entre os níveis de arranque e de reinício. A Figura 5.18. indica tal situação. A histerese integrada entre os níveis de arranque e de reinício garante a estabilidade adequada das saídas da função.

Se a condição de arranque persistir por mais que uma temporização predefinida (parâmetro **AlarmTime**), é sinalizado um alarme na saída da função **Alarm**.

Um intervalo de tempo adicional entre os arranques da função consecutivos podem ser definidos no parâmetro **ResetDelay**. Após a função desligar, não avaliará as condições de arranque até que o tempo passe.

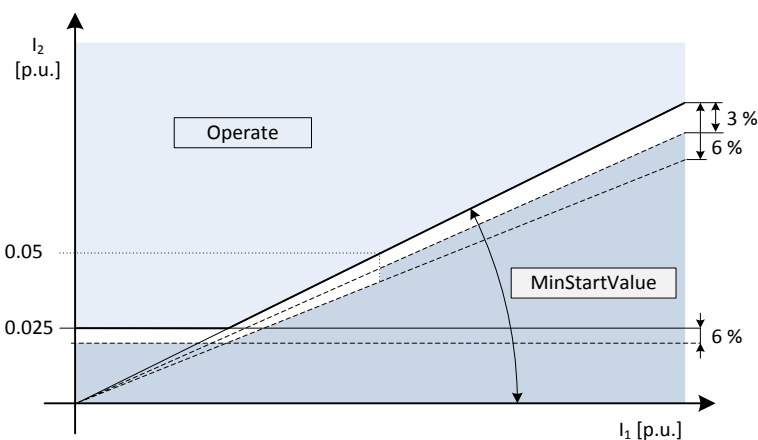


Figura 5.18. Característica operacional de Detecção de Condutor Partido.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio da função geral (**Block**). Esta pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existir canal analógico associado à entrada I;
- ◆ O canal analógico associado à entrada I não corresponde a um grupo de três sinais de corrente trifásica.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.10.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são apresentadas nas Tabela 5.34 e Tabela 5.35, respetivamente.

Tabela 5.34. Entradas da função de Detecção de Condutor Partido.

Identificador	Título	Tipo	MIt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função

Tabela 5.35. Saídas da função de Detecção de Condutor Partido.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
Pickup	Arranque	DIG	-	Arranque
Alarm	Alarme	DIG	-	Alarme de condutor partido

5.10.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.36.

Tabela 5.36. Parâmetros da função de Detecção de Condutor Partido.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
AlarmDelay	Atraso Alarme	[100..60000] ms	2000	Atraso para alarme de condutor partido
ResetDelay	Atraso Rearme	[0..60000] ms	50	Atraso para rearme
MinStartValue	Valor Min Arranque	[0.2..1.0] I_2/I_1	0.5	Valor mínimo de razão I_2/I_1
MinPhaseCurrent	Corrente Fase Min	[0.05..0.3] $\times I_r$	0.2	Corrente mínima de pelo menos uma das fases

5.11 MÍNIMO DE CORRENTE / PERDA DE CARGA

5.11.1 INTRODUÇÃO

A Proteção Mínimo de Corrente é um recurso eficaz para detetar a perda de carga em linhas elétricas, motores ou outros equipamentos. Se combinada com outras funções (por exemplo escalões de mínimo de tensão ou mínimo de frequência) em programas de lógica definida pelo utilizador, também pode ser usada para ajudar a definir condições de recuperação ou deslastre de carga mais ou menos complexas.

5.11.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões independentes de Mínimo de Corrente, os dois com característica de tempo definido (parâmetro **StxOperation**, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Mínimo de Corrente supervisiona continuamente um, dois ou três sinais de corrente trifásica, associados a um canal analógico ligado à entrada da função I. Na maioria dos casos, as correntes trifásicas serão supervisionadas, mas a função pode ser usada noutros cenários, por exemplo: quando existem apenas TIs em duas das fases; ou em aplicações monofásicas.

A função de proteção é executada em modo *full-scheme*, o que significa que existem elementos de proteção separados para monitorizar cada corrente de entrada. O arranque e disparo da função são sinalizados independentemente para cada fase e para cada escalão se se reunirem as condições de operação.

Existem também saídas gerais de arranque e de disparo para cada escalão. Estas correspondem ao OU lógico das saídas de fase, ou seja, são ativadas, respetivamente, se pelo menos um arranque ou disparo de fase estiver ativo.

O arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude de corrente medida é inferior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxIop**). Uma histerese entre os níveis de arranque e de rearme garante a estabilidade adequada das saídas da função. A função rearma quando a amplitude é superior a 104% do nível de arranque (com uma banda morta mínima de 2% da corrente nominal).

O limiar de arranque está definido em valores por unidade, relativos à corrente nominal no TI primário.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.37)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação tem uma gama de parametrização alargada, que pode atingir valores tão baixos quanto 0,5% da corrente nominal.

A condição de arranque pode ser avaliada de acordo com um dos seguintes critérios:

- ◆ Pelo menos uma fase cai abaixo do limiar configurado (**StxPickupCriteria** configurado como **ANY PHASE**);
- ◆ Todas as fases disponíveis caem abaixo do limiar configurado (**StxPickupCriteria** configurado como **ALL PHASES**).

Se o critério de arranque é configurado como **ALL PHASES**, todos os arranques de fase e arranques gerais são sinalizados simultaneamente quando todas as amplitudes de corrente de fase são menores que o limiar de arranque.

Característica de Tempo Definido

O tempo de disparo é constante e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro de escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação for definido para zero, o disparo será instantâneo.

Uma temporização de rearme pode ser definida adicionalmente para estabilizar as saídas de arranque. Está disponível no parâmetro **StxDropDelay**. Se a temporização for zero, o rearme do escalão correspondente é sempre instantâneo se a amplitude de corrente cair abaixo do nível de rearme. Por outro lado, se a temporização de rearme for diferente de zero, o rearme do escalão deverá ser atrasado (consultar a subsecção 8.1.4 - Rearme Tempo Definitivo para mais detalhes).

Após o disparo, o escalão rearma sempre imediatamente após a condição de arranque ser cancelada.

Condições de Bloqueio

A função assegura uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada geral de bloqueio da função (**Block**). Qualquer um deles pode ser livremente associado a qualquer condição definida pelo utilizador.

Existe também uma entrada dedicada para deteção de falha de TI que bloqueia a função (**CTFail**). A indicação de falha do TI da função de supervisão do TI terá de ser ligada a esta entrada.

De modo a evitar operação inoportuna enquanto o disjuntor está aberto, é possível bloquear um escalão de Mínimo de Corrente enquanto esta condição persiste pelo parâmetro **StxInhibit** para **CB OPEN**, desde que a posição do disjuntor esteja disponível (ou seja, a entrada **Position** esteja ligada).

A condição de bloqueio está sinalizada na saída de escalão correspondente (**StxBlocked**).

Os escalões de Mínimo de Corrente permanecerão bloqueados por 40 ms depois das condições de bloqueio terem sido eliminadas. Uma extensão de bloqueio adicional configurável pelo utilizador é também disponibilizada de modo a garantir uma margem de segurança extra durante o arranque do motor (parâmetro **StxBlockedDelay**). Este atraso de bloqueio aplica-se apenas se o escalão foi bloqueado pela entradas **Block**, **St1Block** ou **St2Block**.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existir canal analógico associado à entrada **I**;

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ A inibição de abertura do disjuntor estiver ativa (*i.e.*, **StxInhibit** está definida para **CB OPEN**) mas a entrada **Position** estiver desligada.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.11.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são apresentadas na Tabela 5.37 e Tabela 5.38, respetivamente.

Tabela 5.37. Entradas da função de Mínimo de Corrente / Perda de Carga.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes de operação
Block	Bloqueio	DIG	8	Bloqueio geral da função
Position	Posição	DB DIG	1	Posição do disjuntor
CTFail	Falha de TT	DIG	2	Falha do transformador de corrente
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	4	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	4	Bloqueio do escalão 2

Tabela 5.38. Saídas da função de Mínimo de Corrente / Perda de Carga.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo de operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
St2Behavior	Modo de operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
Health	Condição	INT	-	Condição da Função
St1Blocked	Esc 1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc 2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St1PickupA	Esc1 Arranque A	DIG	-	Arranque escalão 1, fase A
St1PickupB	Esc1 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 1, fase B
St1PickupC	Esc1 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 1, fase C
St2PickupA	Esc2 Arranque A	DIG	-	Arranque escalão 2, fase A
St2PickupB	Esc2 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 2, fase B
St2PickupC	Esc2 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 2, fase C
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 2
St1TripA	Esc1 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 1, fase A
St1TripB	Esc1 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 1, fase B
St1TripC	Esc1 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 1, fase C
St2TripA	Esc2 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 2, fase A
St2TripB	Esc2 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 2, fase B
St2TripC	Esc2 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 2, fase C
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2

5.11.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.39.

Tabela 5.39. Parâmetros da Função de Mínimo de Corrente / Perda de Carga.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Inhibit	Esc1 Inibição	OFF / DISJ ABERT	OFF	Inibição do escalão 1
St1PickupCriterion	Crit Arranq Esc1	QUALQUER FASE / TODAS AS FASES	ANY PHASE	Critério de arranque escalão 1
St1BlockedDelay	Esc1 Tempo Bloqueio	[0..7200] s	0	Tempo de prolongamento de bloqueio de escalão 1
St1DropType	Esc1 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 1

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1DropDelay	Esc1 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 1
St1Iop	Esc1 Iop	[0.005..5.0] × I _r	0.5	Limiar de Operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	[0..300000] ms	500	Tempo de operação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Inhibit	Esc2 Inibição	OFF / DISJ ABER	OFF	Inibição do escalão 2
St2PickupCriterion	Crit Arranq Esc2	QUALQUER FASE / TODAS AS FASES	QUALQUER FASE	Critério de arranque escalão 2
St2BlockedDelay	Esc2 Tempo Bloqueio	[0..7200] s	0	Tempo de prolongamento de bloqueio do escalão 2
St2DropType	Esc2 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme do escalão 2
St2DropDelay	Esc2 Tempo Rearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 2
St2Iop	Iop Esc2	[0.005..5.0] × I _r	0.5	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Top Esc2	[0..300000] ms	500	Tempo de operação do escalão 2

5.12 MÁXIMO DE CORRENTE DE TERRA DIRECIONAL PARA SISTEMAS NÃO-ATERRADOS

5.12.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas ligados à terra de elevada impedância, tanto isolados de terra ou ligados à terra através de bobina de extinção (ou bobina Peterson), são caracterizados por correntes de defeito-terra muito baixas, assim como pela presença de tensão residual extremamente alta, independentemente da localização de defeitos ou da sua resistência.

Apesar de poder ser detetado de forma segura pelo aumento da amplitude da tensão residual, um defeito fase-terra é normalmente difícil de localizar em sistemas ligados à terra de impedância elevada. No entanto, tal condição de defeito pode ser mantida durante algum tempo porque não afeta significativamente a operação da rede ou coloca em perigo as vidas humanas permitindo mudanças no sistema antes que o defeito seja eliminado.

Em redes em que o neutro está desligado de terra, o sistema está ainda ligado à terra devido a capacidades, o que causa a corrente de defeito em quadratura com a tensão residual. Por outro lado, quando uma bobina de extinção é usada, a corrente de defeito é quase nula, e os defeitos fase-terra são frequentemente localizados pela inserção temporária de um resistor em paralelo com a bobina de extinção, o que incrementa a componente de corrente residual ativa.

As baixas correntes residuais que são observadas durante um defeito fase-terra comprometem a eficácia da função tradicional Máximo de Corrente de Terra. A função Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-Aterrados, com as suas características direcionais especialmente concebidas, é baseada na medida de potência residual, o que representa uma alternativa fiável contra defeitos terra que são isolados de terra ou ligados à terra através da bobina de Petersen.

5.12.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-Aterrados disponibiliza um escalão de proteção independente, com dois critérios diferentes selecionáveis para arranque. Os critérios de arranque podem ser baseados apenas na tensão residual (parâmetro **Mode** configurado como **U0**), ou baseado na tensão e corrente residuais (parâmetro **Mode** configurado como **IO AND U0**). Para critérios de arranque baseados em tensão e corrente residuais, podem ser selecionados opcionalmente várias características de operação. Está também disponível um escalão de alarme independente adicional capaz de sinalizar a fase com defeito. A função pode ser ativada pela mudança de parâmetros (parâmetro **Operation**).

Modo de Arranque de Tensão

Se o parâmetro **Mode** for configurado para **U0**, o arranque da função Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-Aterrados depende apenas do sinal de tensão. A função supervisiona continuamente a tensão residual, o que corresponde a três vezes a tensão de sequência homopolar. Pode ser obtida a partir da soma interna de três sinais de tensão fase-terra, associados a um canal analógico ligado à entrada da função **U**.

$$\bar{U}_{res} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C \quad (5.38)$$

Como alternativa ao método anterior, a tensão de deslocamento pode ser medida diretamente numa entrada analógica, por exemplo a partir de enrolamento independente do transformador com ligação em triângulo aberto. Neste caso, a entrada da função **U** deve ser associada a um canal analógico de neutro.

Um temporizador, correspondente ao parâmetro **StrDelay**, começa a contra se a amplitude de tensão residual medida é superior ao limiar definido no parâmetro **UresStr**. O arranque da função é sinalizado após o fim da temporização. Este atraso pode ser definido para zero e neste caso o arranque será instantâneo. O escalão reinicia instantaneamente quando a amplitude de tensão é inferior a 96% do parâmetro **UresStr**. Uma histerese integrada entre níveis de arranque e de reinício garante a estabilidade adequada das saídas da função.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativos à tensão nominal fase-terra no TT primário.

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.39)$$

A gama de parametrização alargada garante a discriminação adequada de condições de defeito assimétricas e a configuração opcional de limiares de arranque extremamente sensíveis.

Modo de Arranque de Tensão e de Corrente

Se o parâmetro **Mode** for configurado para **IO AND U0**, a função usa tanto a tensão residual (como definido em **Modo de Arranque de Tensão**) como a corrente residual para emitir sinalização de arranque.

A corrente residual corresponde a três vezes a corrente de sequência homopolar. Pode ser obtida a partir da soma interna de três sinais de corrente de fase, associada a um canal analógico ligado à entrada da função **I**.

$$\bar{I}_{res} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (5.40)$$

Como alternativa ao método anterior, a corrente residual pode ser medida diretamente numa entrada analógica, por exemplo, como transformador de corrente de neutro independente de equilíbrio de fase. Também pode ser obtida a partir da soma externa de correntes trifásicas (circuito *Holmgreen*). Nestes casos, a entrada de função **I** deve ser associada a um canal analógico de neutro.

Um temporizador, correspondente ao parâmetro **StrDelay**, começa a contra se a amplitude de tensão residual medida é superior ao limiar definido no parâmetro **UresStr** e a característica operacional selecionada é alcançada. O arranque da função é sinalizado após a temporização acabar. Esta temporização pode ser definida para zero e neste caso o arranque será instantâneo. O escalão reinicia instantaneamente quando qualquer um dos critérios deixa de ser cumprido (com as respetivas bandas mortas).

Estão disponíveis dois Princípios de Medição distintos para a característica operacional descritos abaixo: amplitude de corrente (parâmetro **ChrMode** configurado com a opção **MOD**) e baseado em watiométrico (parâmetro **ChrMode** configurado com a opção **COS**). Nos dois casos a característica operacional é libertada pelo limiar de corrente **IresOp** que é definida em valores por unidade, relativos à corrente nominal de TI primário.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.41)$$

O limiar de operação tem uma gama de parametrização que permite selecionar diferente níveis de sensibilidade para deteção de defeitos e permite a implementação de diferentes esquemas de coordenação de proteção. É possível a configuração de limiares de operação altamente sensíveis, principalmente se a entrada **I** for associada a uma entrada analógica extra sensível.



A gama de parametrização para o qual o limiar de corrente é válido depende da opção específica de entrada analógica que é associada à função:

- ◆ Se a função é associada a correntes trifásicas (opção soma interna), o limiar mínimo que pode ser definido é 0,05 p.u. (5% do valor nominal). Se o parâmetro é definido abaixo desse valor, a função opera apenas quando a corrente está acima de 0,05 p.u..
- ◆ O mesmo se aplica se a função é associada a uma corrente de neutro com sensibilidade normal.
- ◆ Se a função está associada a uma entrada de corrente extra sensível, o limiar mínimo que pode ser definido é 0,005 p.u. (0,5% do valor nominal).

Amplitude de Corrente

Se o parâmetro **ChrMode** for configurado com a opção **MOD**, a função opera quando a amplitude medida é superior a **IresOp**. A temporização de disparo é cancelada quando a amplitude é inferior a 96% desse parâmetro. A histerese integrada garante a estabilidade adequada para a decisão de disparo.

Adicionalmente, o escalão de máximo de corrente pode ser complementado com elemento direcional, ou seja, pode ser definido como não-direcional (apenas medida de máximo de corrente) ou direcional (direta ou inversa). Tal é configurável no parâmetro **DirMode**.



A direção direta é definida como a direção no objeto protegido, ao passo que a direção inversa é a direção do objeto protegido. A polaridade de TI deve ser configurada convenientemente de acordo com esta convenção (consultar a subsecção correspondente 4.4.3 - Canais).

Neste modo, o relé avalia a direção de defeito pela diferença de ângulo de fase entre a corrente residual e o simétrico da tensão residual. As duas quantidades devem ser maiores que os limiares respetivos. A característica direcional correspondente está representada na Figura 5.19. O ângulo máximo de aperto, que define a rotação da característica, é configurada pelo utilizador no parâmetro **DirectionAngle**. Uma histerese de 5° garante a estabilidade adequada da decisão de direção. Para além disso, é possível definir o ângulo de abertura da característica no parâmetro **ChrOpnAngle**, com o objetivo de restringir a gama de operação do relé e assim impedir a sua operação devido a erros de ângulo de fase causados pela saturação do TI, por exemplo.

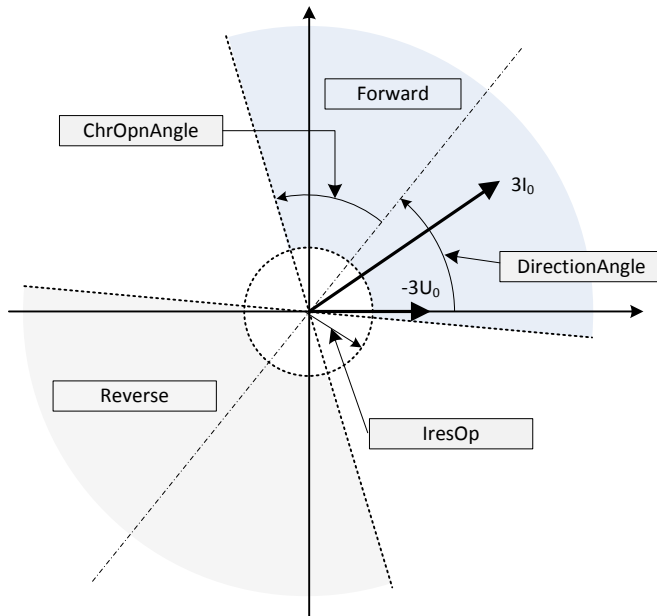


Figura 5.19. Operação a partir da amplitude de corrente .

Baseado em Princípio Wattmétrico

Se o parâmetro **ChrMode** está configurado com a opção **COS**, a função compara o componente da corrente residual na direção definida no parâmetro **DirectionAngle** (relativo ao simétrico da tensão residual) com o limiar **IresOp**, de acordo com a característica mostrada em Figura 5.20.

O escalão pode ser configurado para operar na direção direta ou inversa. Pode ser definida como não-direcional, nesse caso o disparo da função dispara nos dois lados da característica, desde que o módulo do componente da corrente residual avaliado seja maior que o limiar **IresOp**. Tal é configurável no parâmetro **DirMode**.



Se **DirectionAngle** for definido para 0°, na direção direta, o Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-Aterrados tem um comportamento típico de proteção direcional de defeitos terra medindo $3I_0 \cos\varphi$, em que φ é o ângulo entre a corrente residual e o simétrico da tensão residual. Esta configuração é recomendada para redes com neutro compensado (bobina Petersen) ou redes ligadas à terra de elevada impedância com resistor ligado ao ponto de neutro, em que o *feeder* com defeito é o único com componente de corrente ativa.

Por outro lado, se **DirectionAngle** for definido para 90°, também na direção direta, a função comporta-se como proteção direcional de defeitos-terra medindo $3I_0 \sin\varphi$, que é normalmente a característica mais adequada no caso de sistemas com neutro isolado, em que as correntes são principalmente capacitivas.

A gama de parametrização alargado de **DirectionAngle** permite que as outras aplicações tais como em redes que podem ser operadas tanto com neutro isolado como compensado.

Para além disso, é possível definir o ângulo de abertura da característica no parâmetro **ChrOpnAngle**, com o objetivo de restringir a gama de operação do relé ao aumentar o nível de operação para correntes em que o ângulo é maior que o parâmetro. Tal impede de operar devido a erros de ângulo de fase causados pela saturação de TI, por exemplo. Quando

ChrOpnAngle é igual a 90° , a característica de operação é limitada simplesmente pela linha direta correspondente ao limiar **IresOp**.

Uma histerese integrada, correspondente a 96% de **IresOp** ou 5° relativamente a **ChrOpnAngle**, garante a estabilidade adequada da decisão de disparo.

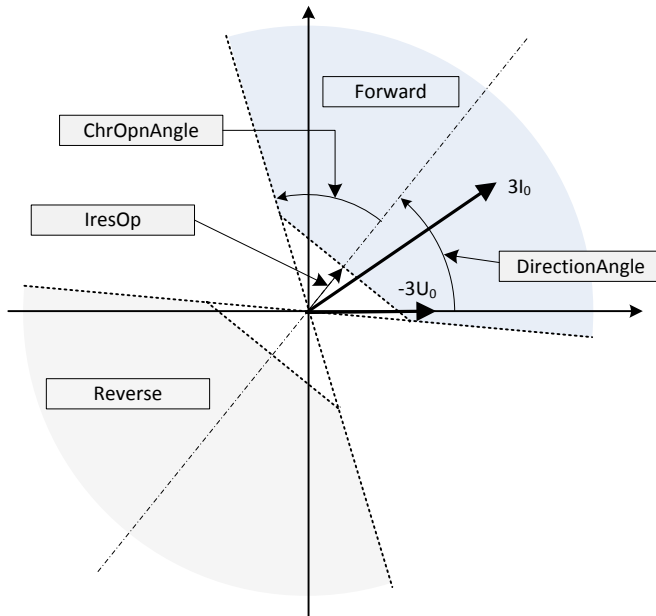


Figura 5.20. Operação a partir do princípio wattmétrico.

Disparo de Tempo Definido

A condição de disparo é a mesma para todos os modos de arranque e característica operacional selecionada; o disparo é sinalizado através de tempo definido selecionável após o arranque ter sido sinalizado, e é reiniciado instantaneamente com reinício do disparo. O tempo de disparo pode ser definido no parâmetro **OpDelay**.

Sinalização e Alarme de Defeito

Sempre que a função dispara, independentemente do modo específico que é ativado, a indicação de defeito é sinalizada em **FtIndRs**. Esta saída é persistente e a informação é mantida em memória não-volátil, impedindo a sua perda em caso de reinício do dispositivo. Só poderá ser manualmente cancelada por comando do utilizador na entidade **FtIndRs**. A ordem de comando será aceite se a condição de defeito não estiver mais ativa.

A direção de defeito é sinalizada na saída da função **FaultDirection**, que tem três valores possíveis: **UNKNOWN**, **FORWARD** e **REVERSE**. Se o elemento direcional não for ativado, a **FaultDirection** indica sempre **UNKNOWN**. Este é também o estado da entidade de defeito enquanto nenhum defeito é detetado.

Para além do escalão de disparo, está disponível um nível de alarme independente, mas apenas se as sinalizações de tensão fase-terra forem associadas à entrada da função **U**. É baseada na supervisão do desequilíbrio de tensão entre diferentes fases durante um defeito terra. Quando a amplitude de uma das tensões fase-terra é menor que o limiar **PhMinU** e simultaneamente a amplitude das duas restantes é maior que o limiar **PhMaxU**, a fase com defeito (a que corresponde a **PhMinU**) é imediatamente sinalizada na saída respetiva **AlarmA**, **AlarmB** ou **AlarmC**.

Condições de Bloqueio

A função garante uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A falha do transformador de tensão causa também a perda de polaridade. No caso de disparos do MCB (disjuntor dos transformadores de tensão), a tensão de medição não estará disponível para polarização do relé nas três fases simultaneamente; por outro lado, no caso de defeito de desequilíbrio do TT, a tensão residual não pode ser calculada. O

signal de falha do TT deverá ser ligado à entrada de função **VTFail**. Poderá ser o resultado da função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão). Se este sinal for recebido, a função será bloqueada.

A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existir canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde ao neutro ou a um grupo de três sinais de tensão fase-terra;
- ◆ Parâmetro **Mode** é configurado como **IO AND U0** e não existe canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ Parâmetro **Mode** é configurado como **IO AND U0** e o canal analógico associado à entrada **I** não corresponde ao neutro ou a um grupo de três sinais de corrente de fase.

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ O valor do parâmetro **IresOp** não segue a gama de medição da entrada de corrente a que a função está associada: a sensibilidade da função é limitada de acordo com a gama de medição possível.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.12.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são apresentadas na Tabela 5.40 e Tabela 5.41, respetivamente.

Tabela 5.40. Entradas da função de Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-aterrados.

Identificador	Título	Tipo	MIt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensões de polarização
I	I	ANL CAN	-	Correntes operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão

Tabela 5.41. Saídas da função de Máximo de Corrente de Terra Direcional para Sistemas Não-aterrados.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueada	DIG	-	Função bloqueada
Pickup	Arranque	DIG	-	Arranque geral
Trip	Disparo	DIG	-	Disparo geral
AlarmA	Alarme Fase A	DIG	-	Deteção de defeito na fase A
AlarmB	Alarme Fase B	DIG	-	Deteção de defeito na fase B
AlarmC	Alarme Fase C	DIG	-	Deteção de defeito na fase C
FaultDirection	Direção	INT	-	Indicação da direção do defeito
FItIndRs	Indicação Defeito	DIG CTRL	Sim	Indicação de defeito persistente

5.12.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.42.

Tabela 5.42. Parâmetros da função de Máximo de Corrente Direcional para Sistemas Não-aterrados.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
UresStr	Ures Arranque	$[0.01..3.0] \times U_r$	0.2	Limiar de tensão residual para arranque
StrDelay	Atraso Arranque	$[0..300000]$ ms	0	Tempo de atraso do arranque
OpDelay	Atraso Disparo	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de atraso do disparo
PhMinU	MinU Fase	$[0.1..2.0] \times U_r$	0.5	Limiar de tensão de fase em defeito
PhMaxU	MaxU Fase	$[0.1..2.0] \times U_r$	1.5	Limiar de tensão de fase sã
Mode	Modo	U0 / I0 AND U0	I0 e U0	Amplitude operacional seleccionada
IresOp	IresOp	$[0.005..1.0] \times I_r$	0.05	Limiar de corrente residual para disparo
DirMode	Modo Direcional	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NON-DIR	Direção do disparo
ChrMode	Modo Característica	COS / MOD	MOD	Forma da característica operacional
DirectionAngle	Ângulo Direção	$[0.0..90.0]$ °	0.0	Ângulo da característica direccional
ChrOpnAngle	Ângulo Abertura	$[10.0..90.0]$ °	90.0	Ângulo de abertura da característica operacional

5.13 DIRECIONAL DE POTÊNCIA

5.13.1 INTRODUÇÃO

A Proteção Direcional de Potência supervisiona a potência trifásica complexa, seja um *feeder*, um gerador ou outro equipamento elétrico. É responsável por operar quando o componente de potência na direção específica é superior (proteção máximo de potência) ou inferior (proteção de mínimo de potência) ao limiar predefinido.

A Proteção Direcional de Potência é a função mais utilizada em aplicações do gerador, como proteção de potência ativa inversa. Neste modo, permite a indicação de baixa potência mecânica em eixo rotativo, quando não é suficiente cobrir perdas do gerador e a máquina começa a operar como motor síncrono, consumindo energia da rede à qual está ligada. Apesar de ser um modo de operação seguro para o gerador, a máquina comportar-se-á como carga neste estado e pode ser desejável desligá-la da rede. A condição de potência inversa pode também indicar um problema na turbina, e é aconselhável disparar de modo a impedir mais danos ou o sobreaquecimento.

A proteção de mínimo de potência inversa é mais segura porque a margem adicional é considerada na direção direta; no entanto, um disparo não desejado pode ser emitido, se a potência ativa na direção direta for baixa, especialmente durante o início do gerador. A proteção de mínimo de potência inversa é mais segura porque é considerada uma margem adicional na direção direta; no entanto, um disparo indesejado pode ser emitido, se a potência ativa na direção direta for inferior, especialmente durante o arranque do gerador. Pelo contrário, a proteção de máximo de potência é mais fiável, mas menos segura porque uma potência mínima na direção inversa é necessária para operar.

As restantes aplicações da Proteção Direcional de Potência podem ser implementadas. Por exemplo, pode ser considerada uma proteção de potência ativa na direção direta, assim como um elemento de proteção que supervisiona a potência reativa (direta ou inversa). O componente da potência trifásica em qualquer direção pode também ser avaliada, para aplicações específicas.

5.13.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões independentes de máximo de potência e dois escalões independentes de mínimo de potência. Cada escalão pode se ativado separadamente pela mudança do parâmetro (parâmetro **OPStxOperation** para escalões de máximo de potência, e parâmetro **UPStxOperation** para escalões de mínimo de potência, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de proteção Direcional de Potência monitoriza continuamente a potência trifásica, obtida a partir de sinais de corrente e de tensão associados aos canais analógicos ligados às entradas da função **I** e **U**, respetivamente.

A potência trifásica está disponível numa gama alargada de configurações possíveis. A sua fórmula de cálculo específico depende dos sinais de corrente e de tensão que estão ligados à função. A Tabela 5.43 lista os casos possíveis.

Tabela 5.43. Cálculo de potência trifásica.

Sinais de tensão (disponíveis)	Sinais de corrente (obrigatório)	Cálculo de potência	Descrição
U_A, U_B, U_C	I_A, I_B, I_C	$\bar{S} = \bar{U}_A \cdot \bar{I}_A^* + \bar{U}_B \cdot \bar{I}_B^* + \bar{U}_C \cdot \bar{I}_C^*$	Se todas as três tensões fase-terra estão disponíveis
U_{AB}, U_{BC}	I_A, I_C	$\bar{S} = \bar{U}_{AB} \cdot \bar{I}_A^* - \bar{U}_{BC} \cdot \bar{I}_C^*$	Se duas tensões fase-fase estiverem disponíveis, de acordo com ligação Aron (similar a outro par de tensões)
U_{AB}	I_A, I_B	$\bar{S} = \bar{U}_{AB} \cdot (\bar{I}_A^* - \bar{I}_B^*)$	Se apenas uma tensão fase-fase estiver disponível (similar para U_{BC} ou U_{CA})
U_A	I_A	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_A \cdot \bar{I}_A^*$	Se uma tensão fase-terra estiver disponível (similar para U_B ou U_C)

Apenas os primeiros dois casos garantem a medida de potência trifásica exata. As duas últimas dão o valor exato se se assumir que o sistema está a operar em condições perfeitamente simétricas.

O arranque e o disparo da função são sinalizados independentemente para cada escalão, se se reunirem as condições de operação. A característica de operação depende do tipo de escalão: máximo de potência ou mínimo de potência.

Os limiares de arranque estão diretamente definidos no MVA. Está disponível uma gama de parametrização alargada, de um nível de potência tão baixo quanto 1 kVA para um nível tão alto quanto 1 GVA, o que permite adaptar a sensibilidade da função a geradores de valores nominais distintos.

Escalões de Máximo de Potência

No caso de escalões de máximo de potência, o arranque é sinalizado de acordo com a característica mostrada em Figura 5.21, *i.e.*, quando o componente da potência complexa trifásica na direção específica no parâmetro **OPStxDirectionAngle** é maior que o limiar de arranque definido no parâmetro **OPStxSop**.

Uma histerese ajustável entre os níveis de arranque e de reinício garante a estabilidade adequada das saídas da função. A função reinicia quando o componente de potência complexo trifásico está a ser avaliado é inferior ao limiar de reinício. A relação entre os limiares de reinício e de arranque está definido no parâmetro **OPStxDropRatio**. Um fator de rearme máximo de 96% é permitido.

O escalão de máximo de potência direcional permite a implementação de esquema de proteção de potência inversa típica se o ângulo de direção está definido para 180°. Neste caso, a componente de potência supervisionada é a potência ativa. É possível implementar um escalão de proteção de potência ativa direta se o ângulo de característica for definido para 0°. Se ao invés do ângulo de direção ser configurado para 90° ou 270°, apenas o componente de potência reativa é supervisionado, e é implementado um escalão de proteção de potência reativa inversa, respetivamente.

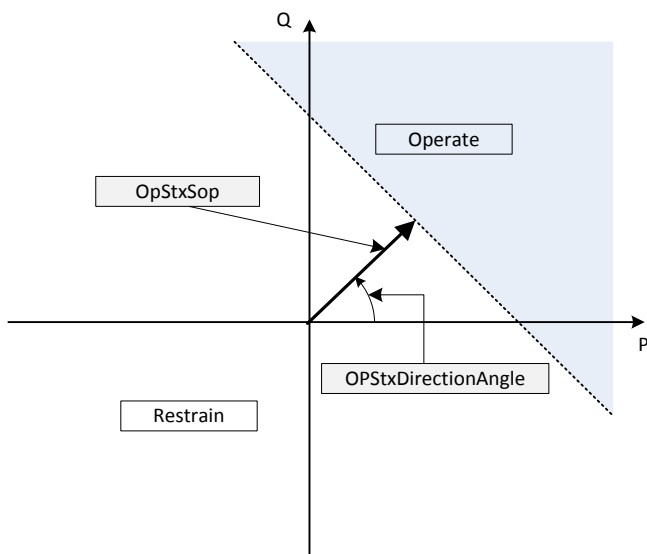


Figura 5.21. Característica de escalão de máximo de potência direcional.

Escalões de Mínimo de Potência

No caso de escalões de mínimo de potência, o arranque é sinalizado de acordo com a característica mostrada em Figura 5.22, *i.e.*, quando o componente da potência trifásica complexa na direção especificada no parâmetro **UPStxDirectionAngle** é menor que o limiar de arranque definido no parâmetro **UPStxSop**.

Uma histerese ajustável entre os níveis de arranque e de reinício garante a estabilidade adequada das saídas de função. A função reinicia quando a componente de potência trifásica a ser avaliada é maior que o limiar de reinício. A relação entre os limiares de reinício e de arranque está definido no parâmetro **UPStxDropRatio**. É permitido um fator de rearme mínimo de 104%.

O escalão de mínimo de potência direcional permite implementar um esquema de proteção inversa típico se o ângulo de direção for definido para 0°. Neste caso, a componente de potência monitorizada é a potência ativa. É também possível

implementar um escalão de proteção de potência ativa direta se o ângulo de característica é definido para 180°. Se ao invés, o ângulo de direção é configurado para 90° ou 270°, apenas a componente de potência reativa é monitorizada, e um escalão de proteção de potência reativa inversa ou direta é implementado, respetivamente.

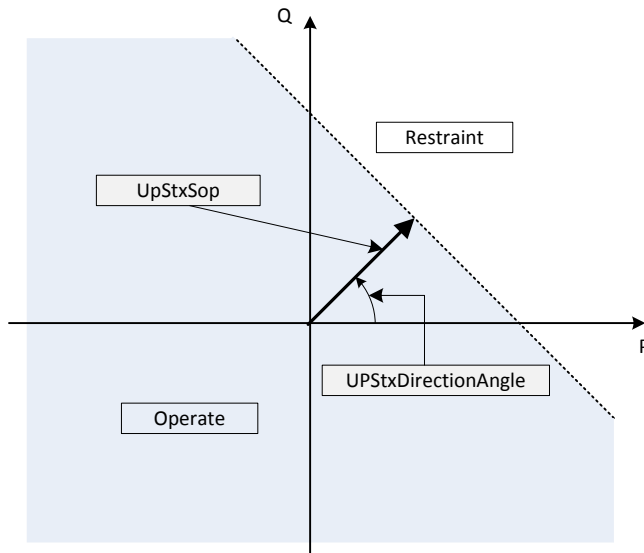


Figura 5.22. Característica direcional do escalão de mínimo de potência.

Característica de tempo definido

O tempo de disparo é constante nesta opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro do escalão correspondente (**OPStxTop** ou **UPStxTop**). Se o tempo operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo.

Uma temporização de rearme pode ser definida para estabilizar as saídas de arranque. Está disponível no parâmetro **OPStxDropDelay** para escalões de máximo de potência e **UPStxDropDelay** para escalões de mínimo de potência. Se a temporização de rearme for zero, o reinício do escalão correspondente é sempre instantâneo quando a componente de potência trifásica complexa que está a ser avaliada corresponde ao critério de reinício. Por outro lado, se a temporização de rearme for diferente de zero, o escalão de reinício será atrasado (consultar a subsecção 8.1.4 - Rearme Tempo Definitivo para mais detalhes).

Após o disparo, o escalão reinicia sempre imediatamente após a condição de arranque ser cancelada.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**OPSt1Block**, **OPSt2Block**, **UPSt1Block** e **UPSt2Block**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

Independentemente das condições de bloqueio definidas pelo utilizador, a função pode ser bloqueada, opcionalmente, devido à abertura do disjuntor, se o estado do disjuntor for associado à entrada **Position**. No caso de algum escalão estar já arrancado quando o disjuntor abre, será imediatamente reiniciado. Tal pode ser importante para escalões de mínimo de potência porque a condição de potência homopolar está dentro da característica de operação, impedindo esses escalões de reiniciar após o disparo. Esta opção pode ser também aplicada a escalões de máximo de potência. A função pode ser mantida bloqueada após um disjuntor fechar durante um tempo definido, no parâmetro **BlockedTime**. Tal assegura que a função não opera enquanto a potência é ainda baixa durante o arranque do gerador ao qual é aplicado.

A função Direcional de Potência pode operar incorretamente no caso de falha no circuito de medição de tensão porque a potência trifásica será mal calculada neste caso. Todos os escalões de função serão automaticamente bloqueados se uma falha no circuito de medição da tensão é indicada na entrada **VTFail**. Esta informação pode ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão) ou a indicação de disparo do MCB (disjuntor dos transformadores de tensão) pode ser usada diretamente.

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**OPStxBlocked** ou **UPStxBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **I** ou **U**;
- ◆ Não existem canais analógicos associados às entradas **I** e **U**, mas não existe informação suficiente para cálculo de potência trifásica (e.g., apenas estão disponíveis I_A e U_B).

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.13.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.44 e Tabela 5.45, respetivamente.

Tabela 5.44. Entradas de Função Direcional de Potência.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes de fase
U	U	ANL CAN	-	Tensões de fase
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
OPSt1Block	Bloq Esc1 MaxP	DIG	2	Bloqueio do escalão 1 de máximo de potência
OPSt2Block	Bloq Esc2 MaxP	DIG	2	Bloqueio do escalão 2 de máximo de potência
UPSt1Block	Bloq Esc1 MinP	DIG	2	Bloqueio do escalão 1 de mínimo de potência
UPSt2Block	Bloqueio Esc2 MinP	DIG	2	Bloqueio do escalão 2 de mínimo de potência
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão
Position	Posição	DB DIG	1	Posição do disjuntor

Tabela 5.45. Saídas da função Direcional de Potência.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
OPSt1Behavior	Modo Operação Esc1 MaxP	INT	-	Modo de operação do escalão 1 de máximo de potência
OPSt2Behavior	Modo Operação Esc2 MaxP	INT	-	Modo de operação do escalão 2 de máximo de potência
UPSt1Behavior	Modo Operação Esc1 MinP	INT	-	Modo de operação do escalão 1 de mínimo de potência
UPSt2Behavior	Modo Operação Esc2 MinP	INT	-	Modo de operação do escalão 2 de mínimo de potência
Health	Condição	INT	-	Condição da função

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
OPSt1Blocked	Esc1 MaxP Bloq	DIG	-	Escalão 1 de máximo de potência bloqueado
OPSt2Blocked	Esc2 MaxP Bloq	DIG	-	Escalão 2 de máximo de potência bloqueado
UPSt1Blocked	Esc1 MinP Bloq	DIG	-	Escalão 1 de mínimo de potência bloqueado
UPSt2Blocked	Esc2 MinP Bloq	DIG	-	Escalão 2 de mínimo de potência bloqueado
OPSt1Pickup	Esc1 MaxP Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 1 de máximo de potência
OPSt2Pickup	Esc2 MaxP Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 2 de máximo de potência
UPSt1Pickup	Esc1 MinP Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 1 de mínimo de potência
UPSt2Pickup	Esc2 MaxP Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 2 de mínimo de potência
OPSt1Trip	Esc1 MaxP Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1 de máximo de potência
OPSt2Trip	Esc2 MaxP Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2 de máximo de potência
UPSt1Trip	Esc1 MinP Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1 de mínimo de potência
UPSt2Trip	Esc2 MinP Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2 de mínimo de potência

5.13.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.46.

Tabela 5.46. Parâmetros da Função Direcional de Potência.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
BlockedTime	Tempo Bloqueio	[0..60000] ms	15000	Tempo de bloqueio após fecho do disjuntor
OPSt1Operation	Esc1 MaxP Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1 de máximo de potência
OPSt1DirectionAngle	Esc1 MaxP Ang Dir	[0.0..360.0] °	180.0	Ângulo da característica direcional do escalão 1 de máximo de potência
OPSt1Sop	Esc1 MaxP Sop	[0.001..1000.0] MVA	1.0	Limiar de operação de escalão 1 de máximo de potência
OPSt1Top	Esc1 MaxP Top	[0..60000] ms	1000	Tempo de operação do escalão 1 de máximo de potência
OPSt1DropRatio	Esc1 MaxP Rrearme	[0.80..0.96] × S _{op}	0.96	Razão de rearme d escalão 1 de máximo de potência

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
OPSt1DropDelay	Esc1 MaxP Trearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme do escalão 1 de máximo de potência
OPSt2Operation	Esc2 MaxP Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2 de máximo de potência
OPSt2DirectionAngle	Esc2 MaxP Ang Dir	[0.0..360.0] °	270.0	Ângulo da característica direcional do escalão 2 de máximo de potência
OPSt2Sop	Esc2 MaxP Sop	[0.001..1000.0] MVA	1.0	Limiar de operação de escalão 2 de máximo de potência
OPSt2Top	Esc2 MaxP Top	[0..60000] ms	1000	Tempo de operação do escalão 2 de máximo de potência
OPSt2DropRatio	Esc2 MaxP Rrearme	[0.80..0.96] × S _{op}	0.96	Razão de rearme de escalão 2 de máximo de potência
OPSt2DropDelay	Temp Rear Esc2 MaxP	[0..60000] ms	0	Temporização de rearme de escalão 2 de máximo de potência
UPSt1Operation	Esc1 Operação MinP	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1 de mínimo de potência
UPSt1DirectionAngle	Ângulo Dir Esc1 MinP	[0.0..360.0] °	0.0	Ângulo de direção de característica de escalão 1 de mínimo de potência
UPSt1Sop	Esc1 MinP Sop	[0.001..1000.0] MVA	1.0	Limiar de operação de escalão 1 de máximo de potência
UPSt1Top	Top Esc1 MinP	[0..60000] ms	1000	Tempo de operação do escalão 1 de mínimo de potência
UPSt1DropRatio	Fat Rear Esc1 MaxP	[1.04..1.20] × S _{op}	1.04	Fator de rearme de escalão 1 de mínimo de potência
UPSt1DropDelay	Esc1 MinP Trearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme de escalão 1 de mínimo de potência
UPSt2Operation	Esc2 MinP Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2 de mínimo de potência
UPSt2DirectionAngle	Esc2 MinP Ang Dir	[0.0..360.0] °	90.0	Ângulo da característica direcional do escalão 2 de mínimo de potência
UPSt2Sop	Esc2 MinP Sop	[0.001..1000.0] MVA	1.0	Limiar de operação de escalão 2 de mínimo de potência
UPSt2Top	Esc2 MinP Top	[0..60000] ms	1000	Tempo de operação do escalão 2 de mínimo de potência
UPSt2DropRatio	Esc2 MinP Rrearme	[1.04..1.20] × S _{op}	1.04	Razão de rearme de escalão 2 de mínimo de potência
UPSt2DropDelay	Esc2 MinP Trearme	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso do rearme de escalão 2 de mínimo de potência

5.14 MÍNIMO DE TENSÃO DE FASES

5.14.1 INTRODUÇÃO

As condições de mínimo de tensão, sejam cavas ou interrupções, correspondem a uma redução significativa da amplitude da componente de frequência fundamental de um ou mais sinais de tensão fase-terra ou fase-fase. Estas condições anormais podem afetar a estabilidade do sistema de energia e tem de ser detetada assim que possível de modo a minimizar o seu efeito nas condições de operação. Podem ser responsáveis pelas tentativas sem sucesso do comutador de tomadas em carga para aumentar o valor de tensão ou podem fazer com que binários aceitáveis sejam excedidos nos equipamentos elétricos.

Podem ser associadas várias causas às cavas ou interrupções de tensão, tais como:

- ◆ Operação incorreta do regulador de tensão ou falha do comutador de tomadas em carga;
- ◆ Excesso de carga extrema do sistema, possivelmente associada ao último fator;
- ◆ Um curto-circuito em qualquer localização da rede ou uma interrupção do fornecimento de energia posterior.

No caso de curtos-circuitos, as funções de proteção dedicadas garantem um recurso eficaz na eliminação da fonte de mínimo de tensão. A Proteção de Mínimo de Tensão de Fases pode ser usada como complemento da função principal, para disparo do disjuntor, como função de backup com tempo de operação longo. Pode ser aplicada a disparo seletivo de máquinas assíncronas quando podem ser alcançados binários excessivos. Como alternativa, a Proteção de Mínimo de Tensão de Fases pode ser usada na deteção de defeitos específicos ou lógica de bloqueio ou para alarme apenas. Pode ser integrada em esquemas da lógica programável pelo utilizador com o objetivo de emitir ações de controlo de tensão.

A Proteção de Mínimo de Tensão de Fases é utilizada mais frequentemente para iniciar programas de deslastre de carga, para desconexão seletiva de secções de rede no caso de interrupções elétricas maiores, de modo a preparar a recuperação posterior do sistema.

5.14.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões independentes: o primeiro escalão dispõe de uma característica de tempo definido, enquanto para o segundo escalão poderá ser escolhido opcionalmente a característica de tempo definido ou inverso. Cada escalão pode ser ativado separadamente pela mudança de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Mínimo de Tensão supervisiona constantemente um, dois ou três sinais de tensão, associado a um canal analógico ligado à função da entrada **U**. As quantidades de operação tanto podem ser tensões fase-terra ou fase-fase. Se todos os sinais de tensões fase-terra estiverem ligados à entrada **U**, a função pode ser configurada para avaliar a entrada de tensões fase-terra ou, opcionalmente, as tensões fase-fase calculadas, de acordo com o parâmetro **VoltageQty**. Por outro lado, se uma ou mais tensões fase-fase estão associadas à entrada **U**, apenas as tensões fase-fase podem ser usadas como quantidades de operação.

A função de proteção é executada em modo *full-scheme*, o que significa que existem elementos de proteção separados para monitorização da cada entrada de tensão. O arranque e o disparo da função são sinalizados independentemente para cada fase e escalão se as condições de operação estiverem reunidas. Se as quantidades de operação forem tensões fase-fase, sempre que alguns dos sinais de entrada reunirem as condições de operação, as duas saídas de fase correspondentes são sinalizadas.

Para cada escalão estão também disponíveis saídas de arranque e disparo gerais. Correspondem à condição lógica OU das saídas de fase, o que significa que são ativadas, respetivamente se pelo menos o arranque ou disparo de uma fase estiver ativo.

O arranque de escalão é sinalizado quando a quantidade de tensão medida é menor que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxUop**). Uma histerese entre os níveis de arranque e reinício garante a estabilidade adequada das saídas de função. Os níveis exatos de arranque e reinício dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativos à tensão nominal do TT primário: no caso de entradas de tensão fase-terra, é aplicada a fórmula (5.42); no caso de entradas de tensão fase-fase, é aplicada antes a fórmula (5.43).

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.42)$$

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r \quad (5.43)$$

O limiar de operação deverá ser definido abaixo ou acima da tensão nominal para todos os escalões. Esta gama de parametrização alargada garante uma flexibilidade de configuração adicional, permitindo que a função seja utilizada para deteção de cavas de tensão, interrupções de tensão ou condições de reposição de tensão

Características de tempo definido

Trata-se da única característica de operação possível para o escalão 1. Pode ser também definido em opção para o escalão 2.

Se for selecionada a característica de tempo definido, o arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da tensão medida é menor que o limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxUop**). O escalão é reiniciado quando a amplitude é maior que 104% daquele parâmetro.

O disparo temporal é constante na opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro do escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido for selecionada, o reinício do escalão é automático se a tensão subir acima do nível de rearme.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada em opção apenas para o escalão 2.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, apenas ocorre o arranque se a tensão for menor que 0,96 vezes o limiar de operação, de modo a evitar a integração de tempo infinito (ver fórmula (5.44)). O rearme ocorre quando o valor medido é maior que o parâmetro do limiar.

O tempo de disparo não é constante e depende da tensão medida. É inversamente proporcional à diferença entre a tensão medida U e o limiar de operação U_{op} (parâmetro **StxUop**), de acordo (5.44). A expressão é integrada ao longo do tempo de modo a integrar as variações de tensão no tempo entre o arranque e o disparo. O multiplicador de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. Consultar o anexo 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre esta característica.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U_{op} - U)}{U_{op}}} \quad (5.44)$$

Assim como na opção anterior, o reinício do escalão é também instantâneo quando a característica de tempo inverso é selecionada.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A Proteção de Mínimo de Tensão de Fase deverá ser bloqueada quando a linha a ser monitorizada é desligada, se os transformadores de tensão estiverem ao lado do disjuntor. A condição de bloqueio efetiva poderá depender do estado de vários disjuntores (especialmente para as topologias com mais que uma disposição do barramento ou *bypass* do disjuntor); poderá ser programado pelo utilizador e associado a entradas de bloqueio mencionadas acima.

A mesma situação é aplicada durante uma condição de abertura de polo, se o disjuntor for capaz de disparos monopolares. Três entradas independentes (**OpenPoleA**, **OpenPoleB** e **OpenPoleC**) estão disponíveis para este fim; deverão ser associadas com as saídas correspondentes da função de deteção de polo aberto. Apenas os elementos de mínimo de tensão que monitorizam a fase desligada são bloqueados neste caso.

A Proteção de Mínimo de Tensão pode operar inadequadamente no caso de falha no circuito de medição da tensão. Tipicamente é afetada apenas uma fase se este for o resultado de um fusível queimado; no entanto, se o transformador de tensão associado é protegido por um disjuntor dos transformadores de tensão (**MCB**), nenhuma tensão estará disponível nas três fases simultaneamente. Todos os escalões da função são bloqueados automaticamente se a falha no circuito de medida é indicada na entrada **VTFail**. Esta informação pode ser o resultado da função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão) ou poderá ser utilizado diretamente como sinalização de disparo do **MCB** que protege o transformador de tensão.

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão de neutro associado à entrada **U**;
- ◆ Uma ou duas tensões de fase-terra estão associadas à entrada **U** e o parâmetro **VoltageQty** é igual a **PHASE-PHASE**;
- ◆ Uma ou mais tensões fase-fase estão associadas à entrada **U** e o parâmetro **VoltageQty** é igual **PHASE-EARTH**.

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para o estado Aviso se:

- ◆ Se apenas for associada uma entrada para detecção de pólo aberto, em vez das três: o bloqueio de pólo aberto não é ativado.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.14.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.47 e Tabela 5.48, respetivamente.

Tabela 5.47. Entradas da função de Mínimo de Tensão de Fase.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensões operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão
OpenPoleA	Pólo aberto A	DIG	2	Pólo aberto, fase A
OpenPoleB	Pólo aberto B	DIG	2	Pólo aberto, fase B
OpenPoleC	Pólo aberto C	DIG	2	Pólo aberto, fase C

Tabela 5.48. Saídas da função de Mínimo de Tensão de Fase.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
Health	Condição	INT	-	Condição da função
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St1PickupA	Esc1 Arranque A	DIG	-	Arranque escalão 1, fase A
St1PickupB	Esc1 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 1, fase B
St1PickupC	Esc1 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 1, fase C
St2PickupA	Esc2 Arranque A	DIG	-	Arranque escalão 2, fase A

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
St2PickupB	Esc2 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 2, fase B
St2PickupC	Esc2 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 2, fase C
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão2
St1TripA	Esc1 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 1, fase A
St1TripB	Esc1 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 1, fase B
St1TripC	Esc1 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 1, fase C
St2TripA	Esc2 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 2, fase A
St2TripB	Esc2 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 2, fase B
St2TripC	Esc3 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 2, fase C
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 2

5.14.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.49.

Tabela 5.49. Parâmetros da função de Mínimo de Tensão de Fase.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
VoltageQty	Grandeza Tensão	FASE-TERRA / FASE-FASE	FASE-TERRA	Grandeza de tensão
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Uop	Esc1 Uop	$[0.01..2.0] \times U_r$	0.8	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Uop	Esc2 Uop	$[0.01..2.0] \times U_r$	0.8	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 2
St2Curve	Esc2 Curva	TEMPODEF / TEMPOINV	DEF TIM.	Tipo de curva do escalão 2
St2TMS	Esc2 TMS	$[0.05..15.0]$	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 2

5.15 MÁXIMO DE TENSÃO DE FASES

5.15.1 INTRODUÇÃO

A Proteção de Máximo de Tensão de Fase protege o sistema de energia de níveis de tensão elevados, que poderão danificar o equipamento, levando à falha do isolamento ou a tentativas ineficazes das tomadas de diminuir o valor da tensão.

As sobretensões no sistema de energia têm origem em questões de natureza transitória ou permanente. As diferentes causas e os mecanismos de proteção são associados a cada um destes tipos de fenómeno. Os máximos de tensão transitórios são causados por descargas elétricas próximas de condutores ou por operações de manobras. Correspondem a transitórios muito rápidos sobrepostos na tensão c.a. em forma de onda, e são tratados por equipamentos específicos como os para-raios.

A Proteção de Máximo de Tensão de Fase está indicada para a proteção de sobretensões permanentes, *i.e.*, as que correspondem à condição prolongada na componente de frequência fundamental. O aumento da amplitude de tensão numa ou mais fases pode ser associado a várias causas, tais como:

- ◆ Operação incorreta do regulador de tensão ou falha do comutador de tomadas;
- ◆ Perda súbita de carga, reposição de tensão após deslastre de carga ou ligação inadvertida de uma bateria de condensadores;
- ◆ Defeitos fase-terra, especialmente em redes sem ligação sólida do neutro à terra.

Para esta última situação, as funções de proteção dedicada de defeitos terra garante um recurso efetivo para eliminar a origem da sobretensão. Para as duas primeiras causas, a função de Proteção de Máximo de Tensão de Fase deve ser antes utilizada.

A função pode ser utilizada para o disparo do disjuntor ou, em alternativa, apenas para efeitos de alarme. Pode também ser integrada num esquema de lógica programável pelo utilizador com o objetivo de emitir ações de controlo sobre a tensão.

5.15.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões de máximo de tensão independentes: o primeiro escalão apresenta características de tempo definido, enquanto o segundo escalão apresenta características de tempo definido ou inverso que poderão ser escolhidas em opção. Cada escalão pode ser ativado separadamente pela mudança de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, $x = 1$ ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Tensão de Fase monitoriza continuamente um, dois ou três sinais de tensão, associados a um canal analógico ligado à entrada de função **U**. As quantidades de operação poderão ser tanto tensões fase-terra como fase-fase. Se todas as três tensões fase-terra estiverem ligadas à entrada **U**, a função pode ser configurada para avaliar as tensões entrada fase-terra ou, como opção, as tensões fase-fase calculadas, de acordo com o parâmetro **VoltageQty**. Por outro lado, se uma ou mais tensões fase-fase estão associadas à entrada **U**, apenas as tensões fase-fase podem ser usadas como quantidades de operação.

A função de proteção é executada em modo *full-scheme*, o que significa que existem elementos de proteção separados para monitorização da cada entrada de tensão. O arranque e o disparo da função são sinalizados independentemente para cada fase e escalão se as condições de operação estiverem reunidas. Se as quantidades de operação forem tensões fase-fase, sempre que alguns dos sinais de entrada reunirem as condições de operação, as duas saídas de fase correspondentes são sinalizadas.

Existem também saídas de arranque e disparo para cada escalão. Correspondem à condição lógica OU das saídas de fase, ou seja, são ativadas respetivamente se pelo menos um arranque ou disparo de fase for ativado.

O arranque de escalão é sinalizado quando a quantidade de tensão medida é maior que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxUop**). Uma histerese entre os níveis de arranque e reinício garante a estabilidade adequada das saídas de função. Os níveis exatos de arranque e reinício dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativos à tensão nominal do TT primário: no caso de entradas de tensão fase-terra, é aplicada a fórmula (5.45) no caso de entradas de tensão fase-fase, é aplicada antes a fórmula (5.46).

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.45)$$

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r \quad (5.46)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação pode ser definido acima ou abaixo da tensão nominal. Esta gama alargada de parâmetros garante uma flexibilidade de configuração adicional, permitindo a função ser utilizada para deteção de condições tanto máximo de tensão como de reposição de tensão.

Característica de Tempo Definido

Trata-se da única característica de operação possível para o escalão 1. Pode ser também definido em opção para o escalão 2.

Se for selecionada a característica de tempo definido, o arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da tensão medida é maior que o limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxUop**). O escalão é reiniciado quando a amplitude é menor que 96% daquele parâmetro.

O disparo temporal é constante na opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro do escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido for selecionada, o reinício do escalão é automático se a tensão descer abaixo do nível de rearme.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada em opção apenas para o escalão 2.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, apenas ocorre o arranque se a tensão for maior que 1,04 vezes o limiar de operação, de modo a evitar a integração de tempo infinito (ver fórmula (5.47)). O rearme ocorre quando o valor medido é menor que o parâmetro do limiar.

O tempo de disparo não é constante e depende da tensão medida. É inversamente proporcional à diferença entre a tensão medida U e o limiar de operação U_{op} (parâmetro **StxUop**), de acordo (5.47). A expressão é integrada ao longo do tempo de modo a integrar as variações de tensão no tempo entre o arranque e o disparo. O índice de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. Consultar o anexo 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre esta característica.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U - U_{op})}{U_{op}}} \quad (5.47)$$

Assim como na opção anterior, o reinício do escalão é também instantâneo quando a característica de tempo inverso é selecionada.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão de neutro associado à entrada **U**;
- ◆ Uma ou duas tensões fase-terra são associados à entrada **U** e o parâmetro **VoltageQty** é igual a **PHASE-PHASE**;
- ◆ Uma ou mais tensões fase-fase são associadas à entrada **U** e o parâmetro **VoltageQty** é igual a **PHASE-EARTH**.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.15.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.50 e Tabela 5.51, respectivamente.

Tabela 5.50. Entradas de função de Máximo de Tensão de Fases.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensões operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2

Tabela 5.51. Saídas de função de Máximo de Tensão de Fases.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
Health	Condição	INT	-	Condição da função
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St1PickupA	Esc1 Arranque A	DIG	-	Arranque do escalão 1, fase A
St1PickupB	Esc1 Arranque B	DIG	-	Arranque do escalão 1, fase B
St1PickupC	Esc1 Arranque C	DIG	-	Arranque do escalão 1, fase C
St2PickupA	Esc2 Arranque A	DIG	-	Arranque do escalão 2, fase A
St2PickupB	Esc2 Arranque B	DIG	-	Arranque do escalão 2, fase B
St2PickupC	Esc2 Arranque C	DIG	-	Arranque do escalão 2, fase C
St1Pickup	Esc1Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 2
St1TripA	Esc1 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 1, fase A
St1TripB	Esc1 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 1, fase B
St1TripC	Esc1 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 1, fase C
St2TripA	Esc2 Disparo A	DIG	-	Disparo escalão 2, fase A
St2TripB	Esc2 Disparo B	DIG	-	Disparo escalão 2, fase B
St2TripC	Esc2 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 2, fase C
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2

5.15.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.52.

Tabela 5.52. Parâmetros da função de Máximo de tensão de fases.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
VoltageQty	Grandeza Tensão	PHASE-EARTH / PHASE-PHASE	PHASE-EARTH	Grandeza de tensão
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Uop	Esc1 Uop	$[0.01..2.0] \times U_r$	1.2	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 2
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Uop	St2 Uop	$[0.01..2.0] \times U_r$	1.2	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 2
St2Curve	Esc2 Curva	DEF TIME / INV TIME	DEF TIM.	Tipo de curva do escalão 2
St2TMS	Esc2 TMS	$[0.05..15.0]$	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 2

5.16 MÁXIMO DE TENSÃO RESIDUAL

5.16.1 INTRODUÇÃO

A função Máximo de Tensão Residual pode ser usada como elemento de proteção adicional para detecção de defeitos terra, e funciona como complemento de outras funções de proteção. Aliás, a tensão de sequência homopolar é um indicador fiável da presença de defeitos terra na rede, desde que este componente tenha uma amplitude muito baixa em todas as condições do sistema de energia tais como carga trifásica equilibrada ou defeitos fase-fase.

A amplitude da tensão de sequência homopolar durante um defeito fase-terra é afetada por diversos fatores, dependendo da ligação à terra do sistema. Por exemplo, em redes que são isoladas a partir de terra ou ligadas à terra através de bobina de extinção, a tensão de sequência homopolar alcança valores extremamente altos para os defeitos fase-terra na rede, permitindo a sua deteção segura pela função de Máximo de Tensão Residual. Por outro lado, para sistemas de baixa impedância, a amplitude de tensão de sequência homopolar diminui assim que a resistência do defeito aumenta ou o defeito é longe da localização do relé. Nestes sistemas, a tensão de sequência homopolar pode alcançar valores muito altos para defeitos fase-terra francos, em que dos defeitos de elevada impedância pode exigir limiares de deteção sensível.

A função de Máximo de Tensão Residual garante uma forma eficaz de detetar defeitos terra, apesar de não ser possível identificar a localização do defeito. No entanto, pode ser usada para disparo do disjuntor, por exemplo, quando configurada como função de backup com longo tempo de operação; ou em locais da rede em que a corrente de sequência homopolar a circular é possível, por exemplo, perto de um enrolamento do transformador em triângulo. Como alternativa, pode ser usada para alarme apenas ou integrada em esquema de deteção de defeitos terra, combinada, por exemplo, com a função de Máximo de Corrente de Terra.

5.16.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

São disponibilizados dois escalões independentes de máximo de tensão: o primeiro escalão disponibiliza uma característica de tempo definido, enquanto o segundo escalão apresenta uma característica de tempo definido ou inverso selecionado opcionalmente. Cada escalão pode ser ativado separadamente pela mudança de parâmetro (parâmetro **StxOperation**, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Tensão Residual monitoriza continuamente a tensão residual, o que corresponde a três vezes a tensão de sequência homopolar. Poderá ser obtida a partir da soma interna dos três sinais de tensão fase-terra, associados a um canal analógico ligado à entrada de função **U**.

$$\bar{U}_{res} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C \quad (5.48)$$

Como alternativa ao método anterior, a tensão entre o ponto de neutro e a terra pode ser diretamente medida numa entrada analógica, por exemplo a partir de um transformador de tensão ligado em triângulo. Neste caso, a entrada da função **U** deverá ser associada a um canal analógico de neutro.

O arranque e o disparo da função são independentemente sinalizados para cada escalão se se reunirem as condições de operação.

O arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da tensão medida é maior que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxUop**). Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e de rearme garante a estabilidade adequada das saídas de função. Os níveis de arranque e de rearme dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativos à tensão fase-terra nominal do TT primário.

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.49)$$

Para todos os escalões, uma gama de parametrização alargada garante a discriminação adequada de condições de defeito assimétricas e a configuração opcional de limiares de operação extremamente sensível.

Característica de Tempo Definido

Trata-se da única característica de operação possível para o escalão 1. Pode ser também definido em opção para o escalão 2.

Se for selecionada a característica de tempo definido, o arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da tensão medida é maior que o limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxUop**). O escalão é reiniciado quando a amplitude é menor que 96% daquele parâmetro.

O disparo temporal é constante na opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro do escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido for selecionada, o reinício do escalão é automático se a tensão descer abaixo do nível de rearme.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada em opção apenas para o escalão 2.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, apenas ocorre o arranque se a tensão for maior que 1,04 vezes o limiar de operação, de modo a evitar a integração de tempo infinito (ver fórmula (5.50)). O rearme ocorre quando o valor medido é menor que o parâmetro do limiar.

O tempo de disparo não é constante e depende da tensão medida. É inversamente proporcional à diferença entre a tensão medida U e o limiar de operação U_{op} (parâmetro **StxUop**), de acordo (5.50). A expressão é integrada ao longo do tempo de modo a integrar as variações de tensão no tempo entre o arranque e o disparo. O índice de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. Consultar o anexo 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre esta característica.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U - U_{op})}{U_{op}}} \quad (5.50)$$

Assim como na opção anterior, o rearme do escalão é também instantâneo quando é selecionada a característica de tempo inverso.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A Proteção de Máximo de Tensão Residual deverá ser bloqueada durante a condição de polo aberto, se o disjuntor for capaz de disparos monopolares, porque uma assimetria de tensão pode existir nesta situação. Uma entrada independente (**OpenPole**) está disponível para este objetivo; deverá ser associado à saída correspondente de uma função de deteção de polo aberto.

A função pode também operar incorretamente no caso de haver uma falha assimétrica no circuito de medida de tensão devido a um fusível queimado. Todos os escalões da função são automaticamente bloqueados se for sinalizada uma falha no circuito de medição da tensão na entrada **VTFail**. Esta informação pode ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão).

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde ao neutro ou a um grupo de sinais de tensão fase-terra.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.16.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.53 e Tabela 5.54, respetivamente.

Tabela 5.53. Entradas de função de Máximo de Tensão Residual.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensões operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão
OpenPole	Pólo Aberto	DIG	2	Pólo aberto

Tabela 5.54. Saídas de função de Máximo de Tensão Residual.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
Health	Condição	INT	-	Condição da Função
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St1Pickup	Arranque Esc1	DIG	-	Arranque geral do escalão 1
St2Pickup	Arranque Esc2	DIG	-	Arranque geral do escalão 2
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2

5.16.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.55.

Tabela 5.55. Parâmetros de função de Máximo de Tensão Residual.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Uop	Esc1 Uop	$[0.01..3.0] \times U_r$	0.2	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Uop	Esc2 Uop	$[0.01..3.0] \times U_r$	0.2	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 2

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St2Curve	Esc2 Curva	TEMPO DEF / TEMPO INV	DEF TIM.	Tipo de curva do escalão 2
St2TMS	Esc2 TMS	[0.05..15.0]	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 2

5.17 MÁXIMO DE TENSÃO DE SEQUÊNCIA INVERSA

5.17.1 INTRODUÇÃO

Tal como a componente de sequência homopolar, a sequência inversa normalmente indica a existência de assimetria no sistema de energia que pode ser o resultado de alguma condição de defeito. Ao contrário da sequência homopolar, a componente sequência negativa não está relacionada com a existência de um defeito-terra, e pode estar presente noutra tipo de curto-circuitos ou condições assimétricas. Por exemplo, a sequência negativa é um bom indicador de desequilíbrio de fase.

O princípio da função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa pode ser aplicado, por exemplo, a baterias de condensadores, para detetar desequilíbrios de tensão resultantes de falha de um único elemento do condensador. A função pode também ser usada como proteção de inversão de fases que dispara quando a rotação de fase de uma máquina está incorreta. A função pode ser usada para disparo do disjuntor ou, como alternativa, apenas para alarme. Também pode ser integrada como esquema de lógica programável pelo utilizador, combinada com outras funções.

5.17.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões independentes de máximo de tensão: o primeiro apresenta característica de tempo definido, enquanto o segundo tem características de tempo definido ou inverso que poderão ser opcionalmente selecionadas. Cada escalão pode ser separadamente ativado pela mudança de parâmetro (**StxOperation**, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa monitoriza continuamente a corrente de sequência inversa, obtida a partir de três sinais de tensão de fase-terra (segundo a equação (5.51)) ou a partir de pelo menos dois sinais de tensão fase-fase, associados a um canal analógico ligado à entrada da função **U**.

$$\bar{U}_2 = 1/3 \cdot (\bar{U}_A + a^2 \cdot \bar{U}_B + a \cdot \bar{U}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \quad (5.51)$$

O arranque e o disparo da função são sinalizados independentemente para cada escalão, se as condições de operação forem reunidas.

O arranque de escalão é sinalizado quando a amplitude de tensão medida é maior que o limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxUop**). Uma histerese integrada entre os níveis de arranque e de reinício garante a estabilidade adequada das saídas da função. Os níveis de arranque e de reinício depende da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativos à tensão nominal fase-terra no TT primário.

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.52)$$

Para todos os escalões, uma gama de operação alargada garante a discriminação adequada de condições de defeitos assimétricos e a configuração opcional de limiares de operação de sensibilidade elevada.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para o escalão 1. Também pode ser definida como opção para o escalão 2.

Se for selecionada a característica de tempo definido, o arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da tensão medida é maior que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxUop**). O escalão é reiniciado quando a amplitude é menor que 96% desse parâmetro.

O tempo de disparo é constante nesta opção e pode ser definido pelo utilizado no parâmetro do escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo operacional é definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão reinicia instantaneamente se a amplitude de tensão desce abaixo do nível de reinício.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada em opção para o escalão 2.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, o arranque acontece somente se a amplitude de tensão for maior 1,04 vezes que o limiar operacional, de modo a evitar a integração de tempo infinito (ver fórmula (5.53)). O rearme ocorre quando o valor medido é menor que o parâmetro do limiar.

O tempo de disparo não é constante e depende da tensão medida. É inversamente proporcional à diferença entre a tensão medida U e o limiar de operação U_{op} (parâmetro **StxUop**), de acordo com (5.53). A expressão é integrada ao longo do tempo de modo a adaptar as variações de tensão entre arranque e disparo. O multiplicador de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. Consultar o anexo 8.1 - Característica de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre esta característica.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U - U_{op})}{U_{op}}} \quad (5.53)$$

Assim como na opção anterior, o reinício do escalão é também instantâneo quando a característica de tempo inverso é selecionada.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa deve ser bloqueada durante uma condição de pólo aberto, se o disjuntor é capaz de disparo monopolar, porque a assimetria da tensão pode existir nesta situação. Está disponível uma entrada independente (**OpenPole**) para este propósito; deve ser associada à saída correspondente de uma função de detecção de pólo aberto.

A função pode igualmente operar incorretamente no caso de falha assimétrica no circuito de medição de tensão devido a um fusível queimado. Todos os escalões de função são automaticamente bloqueados se uma falha no circuito de medição de tensão for indicada na entrada **VTFail**. Esta informação pode ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão).

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde ao grupo de três sinais de tensão fase-terra ou a um grupo de pelo menos dois sinais de tensão fase-fase.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.17.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.56 e Tabela 5.57, respetivamente.

Tabela 5.56. Entradas de função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Correntes operacionais
Block	U	DIG	4	Tensões de polarização
St1Block	Bloqueio	DIG	2	Bloqueio geral da função
St2Block	Esc1 Bloqueio	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
OpenPole	Pólo Aberto	DIG	2	Pólo aberto

Tabela 5.57. Saídas de função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão da configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
Health	Condição	INT	-	Condição da função
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 2
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2

5.17.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.58.

Tabela 5.58. Parâmetros da função de Máximo de Tensão de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Uop	Esc1 Uop	$[0.01..3.0] \times U_r$	0.2	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Uop	Esc2 Uop	$[0.01..3.0] \times U_r$	0.2	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 2
St2Curve	Esc2 Curva	DEF TIME / INV TIME	DEF TIM.	Tipo de curva do escalão 2
St2TMS	Esc2 TMS	$[0.05..15.0]$	1.0	Multiplicador de tempo do escalão 2

5.18 MÍNIMO DE FREQUÊNCIA

5.18.1 INTRODUÇÃO

A frequência do sistema de energia terá de ser mantida numa gama restrita em torno do valor nominal para garantir uma operação estável na rede elétrica. Por este motivo, todo o sistema é supervisionado e as ações de controlo são executadas em tempo-real para assegurar o equilíbrio permanente entre a geração e a carga.

O mínimo de frequência ocorre quando a carga excede a geração de forma descontrolada. Esta condição pode ser causa pelo aumento súbito de carga ou pela redução de potência gerada disponível, por exemplo devido à perda de alguns gerados ou a mau funcionamento do sistema de controlo de frequência. Também pode ser o resultado de uma série de eventos que levam à divisão do sistema síncrono em duas ou mais secções.

A função de Proteção de Mínimo de Frequência reage aos desvios de frequência abaixo da gama permitida. É normalmente usada para iniciar programas de deslastre de carga, o que reduz a carga de modo a restabelecer uma nova condição de operação estável. Também pode ser usada em esquemas de ações corretivas ou para detetar isolamento, quando o gerador permanece ligado a uma secção do sistema de energia que é separado do resto da rede.

5.18.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis cinco escalões de mínimo de frequência independentes, todos com características de tempo definido. Cada escalão pode ser ativado separadamente pela mudança de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1, 2, 3, 4 ou 5).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Mínimo de Frequência monitoriza continuamente a frequência do sistema de energia. São utilizados um, dois ou três sinais de tensão para medição da frequência associados a um canal analógico ligado à entrada de função **U**. As quantidades de operação podem ser tanto tensões fase-terra ou fase-fase. Um conjunto de filtros adequados garante a rejeição adequada de harmónicas, transitórios e variações de fase na avaliação de frequência.

A frequência é supervisionada em todos os sinais de tensão disponíveis no canal de entrada, se a sua amplitude é maior que o limiar de bloqueio de mínimo de tensão pré-definido (**StxUmin**). O arranque é sinalizado apenas quando as condições de operação de frequência são simultaneamente alcançadas em todas as entradas de tensão para a qual a amplitude está acima do limiar de bloqueio de mínimo de tensão

O arranque e o disparo da função são independentemente sinalizados para cada escalão, se se reunirem as condições de operação.

O arranque de escalão é sinalizado quando a frequência medida é menor que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxFop**). Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e de rearme garante a estabilidade adequada das saídas de função. Os níveis de arranque e de rearme dependem da característica de tempo selecionada. O diferencial de rearme é independente do limiar de operação e igual a 20 mHz.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativos ao valor da frequência nominal (50 Hz ou 60 Hz).

$$f_{op}[Hz] = f_{op}[p.u.] \cdot f_r \quad (5.54)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação pode ser definido abaixo ou acima da frequência nominal. Esta gama de parametrização alargada garante uma flexibilidade de configuração adicional, permitindo à função ser utilizada para deteção de mínimo de frequência e condições de reposição de frequência.

Característica de Tempo Definido

O tempo de disparo é constante nesta opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro do escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação é definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido for selecionada, o escalão será instantaneamente reiniciado ser a frequência subir acima do nível de rearme.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** to **St5Block**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

Independentemente das condições definidas pelo utilizador, a função integra um bloqueio de mínimo de tensão. É utilizado para evitar a operação incorreta da função devido a sinais de tensão instáveis (por exemplo, quando um troço da rede é desligado do resto do sistema de energia). O limiar de tensão pode ser definido independentemente para cada escalão (no parâmetro **StxUmin**). O bloqueio de mínimo de tensão é efetivo apenas quando a grandeza de todas as entradas de tensão disponíveis estiverem abaixo do limiar de tensão de bloqueio e a saída correspondente é sinalizada. No caso de algum escalão estar já arrancado quando a tensão cai, será imediatamente reiniciado.

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**StxBlocked**). A condição de bloqueio de mínimo de tensão é também sinalizada na saída de escalão correspondente (**St1UminBlocked** a **St5UminBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão de neutro é associado à entrada **U**.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.18.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.59 e Tabela 5.60, respetivamente.

Tabela 5.59. Entradas de função de Mínimo de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensões operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2
St3Block	Bloqueio Esc3	DIG	2	Bloqueio do escalão 3
St4Block	Bloqueio Esc4	DIG	2	Bloqueio do escalão 4
St5Block	Bloqueio Esc5	DIG	2	Bloqueio do escalão 5

Tabela 5.60. Saídas de função de Mínimo de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
St3Behavior	Modo Operação Esc3	INT	-	Modo de operação do escalão 3
St4Behavior	Modo Operação Esc4	INT	-	Modo de operação do escalão 4
St5Behavior	Modo Operação Esc5	INT	-	Modo de operação do escalão 5

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Health	Condição	INT	-	Condição da Função
St1Blocked	Bloqueado Esc1	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Bloqueado Esc2	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St3Blocked	Bloqueado Esc3	DIG	-	Escalão 3 bloqueado
St4Blocked	Bloqueado Esc4	DIG	-	Escalão 4 bloqueado
St5Blocked	Bloqueado Esc5	DIG	-	Escalão 5 bloqueado
St1UminBlocked	Esc1 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 1 bloqueado por mínimo de tensão
St2UminBlocked	Esc2 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 2 bloqueado por mínimo de tensão
St3UminBlocked	Esc3 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 3 bloqueado por mínimo de tensão
St4UminBlocked	Esc4 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 4 bloqueado por mínimo de tensão
St5UminBlocked	Esc5 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 5 bloqueado por mínimo de tensão
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 2
St3Pickup	Esc3 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 3
St4Pickup	Esc4 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 4
St5Pickup	Esc5 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 5
St1Trip	Disparo Esc1	DIG	-	Disparo geral escalão 1
St2Trip	Disparo Esc2	DIG	-	Disparo geral escalão 2
St3Trip	Disparo Esc3	DIG	-	Disparo geral escalão 3
St4Trip	Disparo Esc4	DIG	-	Disparo geral escalão 4
St5Trip	Disparo Esc5	DIG	-	Disparo geral escalão 5

5.18.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.61.

Tabela 5.61. Parâmetros da função de Mínimo de Frequência.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Fop	St1 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	0.95	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 1
St1Umin	Esc1 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St2Fop	Esc2 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	0.95	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 2
St2Umin	Esc2 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 2
St3Operation	Esc3 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 3
St3Fop	Esc3 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	0.95	Limiar de operação do escalão 3
St3Top	Esc3 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 3
St3Umin	Esc3 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 3
St4Operation	Esc4 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 4
St4Fop	Esc4 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	0.95	Limiar de operação do escalão 4
St4Top	Esc4 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 4
St4Umin	Esc4 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 4
St5Operation	Esc5 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 5
St5Fop	Esc5 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	0.95	Limiar de operação do escalão 5
St5Top	Esc5 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 5
St5Umin	Esc5 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 5

5.19 MÁXIMO DE FREQUÊNCIA

5.19.1 INTRODUÇÃO

A frequência do sistema de energia terá de mantida numa gama restrita em torno do valor nominal para garantir uma operação estável na rede elétrica. Por este motivo, todo o sistema é supervisionado e as ações de controlo são executadas em tempo-real para assegurar o equilíbrio permanente entre a geração e a carga.

O máximo de frequência ocorre quando a geração excede a carga de forma descontrolada. Esta condição pode ser causada pela diminuição súbita de carga, um defeito trifásico ou o mau funcionamento do sistema de controlo da frequência. Também pode ser o resultado de uma série de eventos que levam à divisão do sistema síncrono em duas ou mais secções.

A Proteção de Máximo de Frequência reage aos desvios de frequência acima da gama permitida. É normalmente usada para iniciar programas de deslastre de carga, o que reduz a geração de modo a restabelecer uma nova condição de operação estável, ou para detetar isolamento, quando o gerador permanece ligado a uma seção do sistema de energia que é separado do resto da rede. Também pode ser usada em ações corretivas ou para iniciar recuperação de carga após eventos de deslastre de carga.

5.19.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis cinco escalões independentes de máximo de frequência apresentando características de tempo definido. Cada escalão pode ser separadamente ativado pela mudança de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1, 2, 3, 4 ou 5).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Frequência monitoriza continuamente a frequência do sistema de energia. São utilizados um, dois ou três sinais de tensão para medição da frequência associados a um canal analógico ligado à entrada de função **U**. As quantidades de operação tanto podem ser tensões fase-terra como fase-fase. Um conjunto de filtros adequados garante a rejeição adequada de harmónicas, transitórios e variações de fase na avaliação de frequência.

A frequência é supervisionada em todos os sinais de tensão disponíveis no canal de entrada, se a sua amplitude é maior que o limiar de bloqueio de mínimo de tensão pré-definido (**StxUmin**). O arranque é sinalizado apenas quando as condições de operação de frequência são simultaneamente alcançadas em todas as entradas de tensão para a qual a amplitude está acima do limiar de bloqueio de mínimo de tensão.

O arranque e o disparo da função são independentemente sinalizados para cada escalão, se se reunirem as condições de operação.

O arranque de escalão é sinalizado quando a frequência medida é menor que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxFop**). Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e de rearme garante a estabilidade adequada das saídas de função. O diferencial de rearme é independente do limiar de operação e igual a 20 mHz.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativos ao valor da frequência nominal (50 Hz ou 60 Hz).

$$f_{op} [Hz] = f_{op} [p.u.] \cdot f_r \quad (5.55)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação pode ser definido abaixo ou acima da frequência nominal. Esta gama de parametrização alargado garante uma flexibilidade de configuração adicional, permitindo à função ser utilizada para deteção de máximo de frequência e condições de reposição de frequência.

Característica de Tempo Definido

O tempo de disparo é constante nesta opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro de escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação é definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão reinicia automaticamente se a frequência descer abaixo do nível de rearme.

Condições de Bloqueio

A função assegura uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St5Block**) e uma entrada geral de bloqueio da função (**Block**). Qualquer um deles pode ser livremente associado a qualquer condição definida pelo utilizador.

Independentemente das condições definidas pelo utilizador, a função integra um bloqueio de mínimo de tensão. É utilizado para evitar a operação incorreta da função devido a sinais de tensão instáveis (por exemplo, quando um troço da rede é desligado do resto do sistema de energia). O limiar de tensão pode ser definido independentemente para cada escalão (no parâmetro **StxUmin**). O bloqueio de mínimo de tensão é efetivo apenas quando a amplitude de todas as entradas de tensão disponíveis estiverem abaixo do limiar de tensão de bloqueio e a saída correspondente é sinalizada. No caso de algum escalão estar já arrancado quando a tensão cai, será imediatamente reiniciado.

A condição de bloqueio é sinalizada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**). A condição de bloqueio de mínimo de tensão é também sinalizada na saída de escalão correspondente (**St1UminBlocked** a **St5UminBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão de neutro é associado à entrada **U**.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.19.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.62 e Tabela 5.63, respetivamente.

Tabela 5.62. Entradas de função de Máximo de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensões operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2
St3Block	Bloqueio Esc3	DIG	2	Bloqueio do escalão 3
St4Block	Bloqueio Esc4	DIG	2	Bloqueio do escalão 4
St5Block	Bloqueio Esc5	DIG	2	Bloqueio do escalão 5

Tabela 5.63. Saídas de função de Máximo de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
St3Behavior	Modo Operação Esc3	INT	-	Modo de operação do escalão 3
St4Behavior	Modo Operação Esc4	INT	-	Modo de operação do escalão 4
St5Behavior	Modo Operação Esc5	INT	-	Modo de operação do escalão 5
Health	Condição	INT	-	Condição da função
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
St3Blocked	Esc3 Bloqueado	DIG	-	Escalão 3 bloqueado
St4Blocked	Esc4 Bloqueado	DIG	-	Escalão 4 bloqueado
St5Blocked	Esc5 Bloqueado	DIG	-	Escalão 5 bloqueado
St1UminBlocked	Esc1 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 1 bloqueado por mínimo de tensão
St2UminBlocked	Esc2 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 2 bloqueado por mínimo de tensão
St3UminBlocked	Esc3 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 3 bloqueado por mínimo de tensão
St4UminBlocked	Esc4 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 4 bloqueado por mínimo de tensão
St5UminBlocked	Esc5 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 5 bloqueado por mínimo de tensão
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 2
St3Pickup	Esc3 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 3
St4Pickup	Esc4 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 4
St5Pickup	Esc5 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 5
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 2
St3Trip	Esc3 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 3
St4Trip	Esc4 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 4
St5Trip	Esc5 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 5

5.19.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.64.

Tabela 5.64. Parâmetros da função de Máximo de Frequência.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Fop	Esc1 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.05	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 1
St1Umin	Esc1 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Fop	Esc2 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.05	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 2

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St2Umin	Esc2 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 2
St3Operation	Esc3 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 3
St3Fop	Esc3 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.05	Limiar de operação do escalão 3
St3Top	Esc3 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 3
St3Umin	Esc3 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 3
St4Operation	Esc4 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 4
St4Fop	Esc4 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.05	Limiar de operação do escalão 4
St4Top	Esc4 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 4
St4Umin	Esc4Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 4
St5Operation	Operação Esc5	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 5
St5Fop	Esc5 Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.05	Limiar de operação do escalão 5
St5Top	Esc5 Top	$[0..120000]$ ms	200	Tempo de operação do escalão 5
St5Umin	Esc5Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 5

5.20 TAXA DE VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA

5.20.1 INTRODUÇÃO

A frequência do sistema de energia terá de mantida numa gama restrita em torno do valor nominal para garantir uma operação estável na rede elétrica. Por este motivo, todo o sistema é supervisionado e as ações de controlo são executadas em tempo-real para assegurar o equilíbrio permanente entre a geração e a carga.

A supervisão da derivada de frequência garante uma indicação atempada de perturbações maiores e antecipa desvios de frequência excessivos abaixo ou acima da gama permitida, causados pelos desequilíbrios entre geração e a carga. Estes podem ser o resultado da perda súbita de geração ou carga, de mau funcionamento no sistema de controlo de frequência ou de uma série de eventos que levam à divisão do sistema síncrono em duas ou mais secções.

A Taxa de Variação de Frequência garante normalmente uma reação mais rápida a desvios de frequência que as funções de Mínimo e Máximo de Frequência de forma autónoma. Permite um início mais rápido de programas de deslastre de carga e geração, de modo a restabelecer as condições de operação do sistema assim que possível. Também pode ser usada em esquemas de ações corretivas. Quando aplicado a proteção contra isolamentos, permite desligar atempadamente geradores separados da rede, o que aumenta a taxa de sucesso de comandos posteriores de religação automática.

5.20.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Cinco escalões independentes de taxa de variação de frequência estão disponíveis apresentando características de tempo definido. Cada escalão pode ser ativado separadamente pela mudança de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1, 2, 3, 4 ou 5).

Princípio de Medição

A função Taxa de Variação de Frequência monitoriza continuamente a frequência do sistema de energia e a sua taxa de variação. São utilizados um, dois ou três sinais de tensão para medição da frequência associados a um canal analógico ligado à entrada de função **U**. As quantidades de operação tanto podem ser tensões fase-terra como fase-fase. Um conjunto de filtros adequados garante a rejeição adequada de harmónicas, transitórios e variações de fase na avaliação de frequência.

A frequência e taxa de variação são supervisionadas em todos os sinais de tensão disponíveis no canal de entrada, se a sua amplitude é maior que o limiar de bloqueio de mínimo de tensão pré-definido (**StxUmin**). O arranque é sinalizado apenas quando as condições de operação de frequência são simultaneamente alcançadas em todas as entradas de tensão para a qual a amplitude está acima do limiar de bloqueio de mínimo de tensão

O arranque e o disparo da função são independentemente sinalizados para cada escalão, se se reunirem as condições de operação.

O arranque de escalão é sinalizado quando a taxa na qual a frequência medida mudar é maior que o limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxVarFop**). Cada escalão de proteção pode ser configurado, em opção, para operar em derivadas positivas e negativas da frequência do sistema de energia. Isto é definido no parâmetro **StxSignVarFop**.

O limiar de arranque é definido diretamente em Hz/s. Está disponibilizada uma gama de parâmetros alargada, até um máximo de 10 Hz/s. Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e o rearme garante a estabilidade adequada das saídas de função. O diferencial de rearme é independente do limiar de operação e menor que 0,1 Hz/s.

Para além da monitorização da taxa de variação, cada escalão pode ser adicionalmente supervisionado pelo limiar de mínimo de frequência ou máximo de frequência. O limiar de supervisão de frequência é definido em valores por unidade, relativos ao valor da frequência nominal (50 Hz ou 60 Hz).

$$f_{op}[Hz] = f_{op}[p.u.] \cdot f_r \quad (5.56)$$

Quando o escalão é configurado para operar para taxas de frequência negativas, o limiar de supervisão deverá ser inferior ao valor da frequência nominal (menos que 1 p.u.); neste caso, o arranque será sinalizado se se reunirem as duas condições de operação (limiar de taxa de variação de frequência e limiar de supervisão de frequência). Por outro lado, para os escalões de taxas de variação de frequência positiva, o limiar de supervisão deve ser superior ao valor nominal da frequência (mais que 1 p.u.). Se o limiar de supervisão for igual à frequência nominal (1 p.u.), o escalão está pronto para operar através dos critérios de taxa de variação desde que a frequência se desvie do valor nominal

De modo a garantir mais segurança na operação da função, a taxa de variação de frequência pode ser calculada acima de um intervalo de tempo definido pelo utilizador (parâmetro **StxAverageTime**). As decisões erradas durante as perturbações transitórias do sistema tais como oscilações da energia podem ser evitadas analisando a tendência da mudança de frequência em vez do seu valor instantâneo. É sempre garantido um intervalo de tempo de observação de 200 ms.

Características de Tempo Definido

O tempo de disparo é constante nesta opção e pode ser definido pelo utilizador no parâmetro de escalão correspondente (**StxTop**). Se o tempo de operação é definido para zero, o disparo será instantâneo, imediatamente após sinalização de arranque. Em qualquer caso, o disparo temporal começa apenas após o tempo de avaliação utilizado para calcular se a taxa de variação média expirou. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão reinicia automaticamente se qualquer uma das condições de operação parar de se verificar.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** to **St5Block**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

Independentemente das condições definidas pelo utilizador, a função integra um bloqueio de mínimo de tensão. É utilizado para evitar a operação incorreta da função devido a sinais de tensão instáveis (por exemplo, quando um troço da rede é desligado do resto do sistema de energia). O limiar de tensão pode ser definido independentemente para cada escalão (no parâmetro **StxUmin**). O bloqueio de mínimo de tensão é efetivo apenas quando a amplitude de todas as entradas de tensão disponíveis estiverem abaixo do limiar de tensão de bloqueio. No caso de algum escalão estar já arrancado quando a tensão cai, será imediatamente reiniciado.

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**StxBlocked**). A condição de bloqueio de mínimo de tensão é sinalizada também na saída de escalão correspondente (**St1UminBlocked** a **St5UminBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão de neutro é associado à entrada **U**.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.20.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.65 e Tabela 5.66, respetivamente.

Tabela 5.65. Entradas de função da Taxa de Variação de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensões operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
St1Block	Bloqueio Esc1	DIG	2	Bloqueio do escalão 1
St2Block	Bloqueio Esc2	DIG	2	Bloqueio do escalão 2
St3Block	Bloqueio Esc3	DIG	2	Bloqueio do escalão 3
St4Block	Bloqueio Esc4	DIG	2	Bloqueio do escalão 4
St5Block	Bloqueio Esc5	DIG	2	Bloqueio do escalão 5

Tabela 5.66. Saídas de função da Taxa de Variação de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição de função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração de função
St1Behavior	Modo Operação Esc1	INT	-	Modo de operação do escalão 1
St2Behavior	Modo Operação Esc2	INT	-	Modo de operação do escalão 2
St3Behavior	Modo Operação Esc3	INT	-	Modo de operação do escalão 3
St4Behavior	Modo Operação Esc4	INT	-	Modo de operação do escalão 4
St5Behavior	Modo Operação Esc5	INT	-	Modo de operação do escalão 5
Health	Condição	INT	-	Condição da função
St1Blocked	Esc1 Bloqueado	DIG	-	Escalão 1 bloqueado
St2Blocked	Esc2 Bloqueado	DIG	-	Escalão 2 bloqueado
St3Blocked	Esc3 Bloqueado	DIG	-	Escalão 3 bloqueado
St4Blocked	Esc4 Bloqueado	DIG	-	Escalão 4 bloqueado
St5Blocked	Esc5 Bloqueado	DIG	-	Escalão 5 bloqueado
St1UminBlocked	Esc1 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 1 bloqueado por mínimo de tensão
St2UminBlocked	Esc2 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 2 bloqueado por mínimo de tensão
St3UminBlocked	Esc3 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 3 bloqueado por mínimo de tensão
St4UminBlocked	Esc4 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 4 bloqueado por mínimo de tensão
St5UminBlocked	Esc5 Bloq Umin	DIG	-	Escalão 5 bloqueado por mínimo de tensão
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 2
St3Pickup	Esc3 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 3
St4Pickup	Esc4 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 4
St5Pickup	Esc5 Arranque	DIG	-	Arranque geral do escalão 5
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 1
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 2
St3Trip	Esc3 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 3
St4Trip	Esc4 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 4
St5Trip	Esc5 Disparo	DIG	-	Disparo geral do escalão 5

5.20.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.67.

Tabela 5.67. Parâmetros da função de Taxa de Variação de Frequência.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1SignVarFop	Esc1 Sinal Var Fop	POSITIVA / NEGATIVA	NEG.	Taxa de variação de frequência positiva/negativa do escalão 1
St1VarFop	Esc1 Var Fop	[0.1..10.0] Hz/s	0.1	Limiar de taxa de variação de frequência do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	[0..120000] ms	200	Tempo de operação do escalão 1
St1Umin	Esc1 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 1
St1SupFop	Esc1 Sup Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.0	Limiar de supervisão de frequência do escalão 1
St1AverageCyc	Esc1 Tempo Médio	[10..50] ciclos	10	Tempo de observação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2SignVarFop	Esc2 Sinal Var Fop	POSITIVA / NEGATIVA	NEG.	Taxa de variação de frequência positiva/negativa do escalão 2
St2VarFop	Esc2 Var Fop	[0.1..10.0] Hz/s	0.1	Limiar de taxa de variação de frequência do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	[0..120000] ms	200	Tempo de operação do escalão 2
St2Umin	Esc2 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 2
St2SupFop	Esc2 Sup Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.0	Limiar de supervisão de frequência do escalão 2
St2AverageCyc	Esc2 Tempo Médio	[10..50] cycles	10	Tempo de observação do escalão 2
St3Operation	Esc3 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 3
St3SignVarFop	Esc3 Sinal Var Fop	POSITIVA / NEGATIVA	NEG.	Taxa de variação de frequência positiva/negativa do escalão 3
St3VarFop	Esc3 Var Fop	[0.1..10.0] Hz/s	0.1	Limiar de taxa de variação de frequência do escalão 3
St3Top	Esc3 Top	[0..120000] ms	200	Tempo de operação do escalão 3
St3Umin	Esc3 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 3
St3SupFop	Esc3 Sup Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.0	Limiar de supervisão de frequência do escalão 3
St3AverageCyc	Esc3 Tempo Média	[10..50] cycles	10	Tempo de observação do escalão 3
St4Operation	Esc4 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 4
St4SignVarFop	Esc4 Sinal Var Fop	POSITIVA / NEGATIVA	NEG.	Taxa de variação de frequência positiva/negativa do escalão 4
St4VarFop	Esc4 Var Fop	[0.1..10.0] Hz/s	0.1	Limiar de taxa de variação de frequência do escalão 4

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St4Top	Esc4 Top	[0..120000] ms	200	Tempo de operação do escalão 4
St4Umin	Esc4 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 4
St4SupFop	Esc4 Sup Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.0	Limiar de supervisão de frequência do escalão 4
St4AverageCyc	Esc4 Tempo Médio	[10..50] ciclos	10	Tempo de observação do escalão 4
St5Operation	Esc5 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 5
St5SignVarFop	Esc5 Sinal Var Fop	POSITIVA / NEGATIVA	NEG.	Taxa de variação de frequência positiva/negativa do escalão 5
St5VarFop	Esc5 Var Fop	[0.1..10.0] Hz/s	0.1	Limiar de taxa de variação de frequência do escalão 5
St5Top	Esc5 Top	[0..120000] ms	200	Tempo de operação do escalão 5
St5Umin	Esc5 Umin	$[0.15..1.0] \times U_r$	0.8	Limiar de bloqueio por mínimo de tensão do escalão 5
St5SupFop	Esc5 Sup Fop	$[0.8..1.2] \times f_r$	1.0	Limiar de supervisão de frequência do escalão 5
St5AverageCyc	Esc5 Ciclos Média	[10..50] ciclos	10	Ciclos de observação do escalão 5

5.21 LÓGICA DE DISPARO TRIFÁSICO

5.21.1 INTRODUÇÃO

A função Lógica de Disparo Trifásico agrega informação de arranque e de disparo de todas as funções de proteção na TPU S430, a par de entradas adicionais de disparo condicional originadas de outras funções como Religação Automática e Fecho-sobre-Defeito, ou de outras condições de bloqueio específicas. Esta função é responsável por enviar um sinal de disparo a ser transmitido para um determinado disjuntor em caso de defeito. São suportados apenas os disjuntores com disparos tripolares (disparos monopolares não serão admitidos).

5.21.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Lógica de Disparo Trifásico permite a combinação nas entradas **FuncPickup** e **FuncTrip** da sinalização individual de arranque e disparo das várias funções de proteção, respetivamente. Estas entradas são a base da lógica de disparo geral, que é executada com a maior prioridade entre outras funções. O seu esquema de lógica é representado na Figura 5.23.

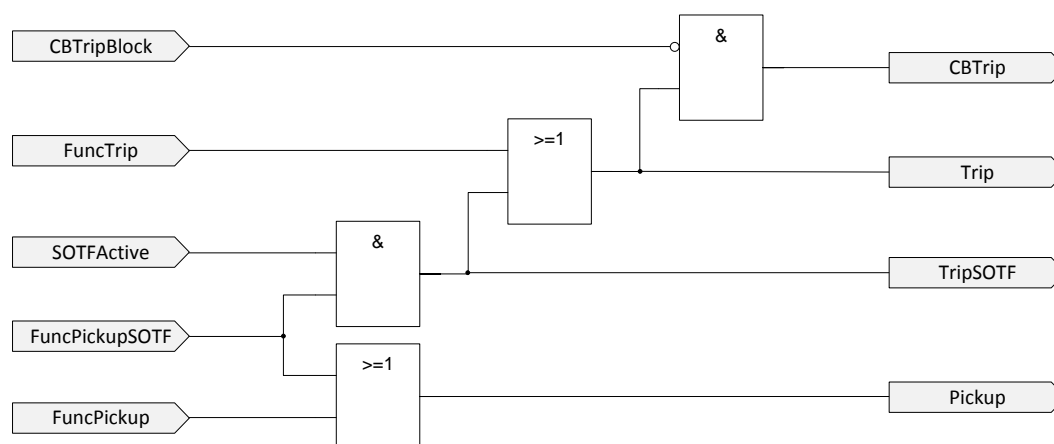


Figura 5.23. Esquema de Lógica de Disparo Trifásica.

O disparo do disjuntor (saída **CBTrip**) é emitido sempre que qualquer entrada ligada à entrada **FuncTrip** é ativada.

Também poderá ser emitida de acordo com a função de Fecho-sobre-Defeito (consultar a secção 5.8 - Fecho-sobre-Defeito). Para este efeito, o sinal de arranque de um ou mais escalões selecionados pelo utilizador podem ser associados opcionalmente à entrada **FuncPickupSOTF**. Caso seja detetado um defeito pelos escalões selecionados, o disjuntor irá disparar instantaneamente após o arranque, e se a indicação de lógica fecho-sobre-defeito externa ligada à entrada da função **SOTFActive** estiver ativada. Se o disparo do disjuntor for gerado devido à lógica de fecho-sobre-defeito, é adicionalmente feita uma indicação para fins de registo de eventos (saída **TripSOTF**).

A saída **CBTrip** pode ser ligada a uma saída digital: o que deverá ser feito através da sua ligação à entrada correspondente da função do disjuntor (consultar a secção 5.30 - Supervisão de Disjuntor). Em alternativa, a indicação de disparo pode ser emitida através de um canal de comunicação para outro IED controlando diretamente o disjuntor. A informação de disparo não é discriminada por fase e apenas os disparos tripolares são possíveis.

A função garante uma entrada de bloqueio (**CBTripBlock**) para o disparo do disjuntor. Pode ser livremente associado a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**CBTripBlocked**).

Estão disponíveis sinalizações de arranque (saída **Pickup**) e de disparo (saída **Trip**): a saída **Pickup** combina os sinais de arranque de todas as funções de proteção, incluindo aqueles selecionados pelo disparo instantâneo com condições de fecho-sobre-defeito; a sinalização **Trip** é a condição lógica OU de todos os sinais de disparo de função de proteção devido à lógica de fecho-sobre-defeito.

O número acumulado de disparos está disponível como informação adicional na entidade **TripCounter**. Poderá ser reiniciado pelo utilizador a qualquer altura.

Condição da Função

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** está definida para o estado de Alarme se:

- ◆ Pelo menos uma das entradas **FuncPickupSOTF** e **SOTFActive** está ligada: o disparo devido a fecho-sobre-defeito não opera neste caso.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.21.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.68 e Tabela 5.69, respetivamente.

Tabela 5.68. Entradas da função Lógica de Disparo Trifásico.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
CBTripBlock	Bloq Disparo Disj	DIG	2	Bloqueio de disparo do disjuntor
FuncTrip	Disparo Função	DIG	100	Disparo Proteção
FuncPickup	Arranque função	DIG	100	Arranque função
FuncPickupSOTF	Arranque Fun SOTF	DIG	20	Arranque da proteção para disparo de fecho sobre defeito
SOTFActive	SOTF Ativo	DIG	4	Fecho-sobre-defeito ativo

Tabela 5.69. Saídas de função da Lógica de Disparo Trifásica.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
CBTripBlocked	Disp Disj Bloqueado	DIG	-	Disparo do disjuntor bloqueado
CBTrip	Disparo Disjuntor	DIG	-	Disparo do disjuntor
Pickup	Arranque	DIG	-	Arranque geral
Trip	Disparo	DIG	-	Disparo geral
TripSOTF	Disparo SOTF	DIG	-	Disparo devido a fecho sobre defeito
TripCounter	Contador Disparos	INT CTRL	Sim	Contador de disparos efetuados

5.21.4 PARAMETRIZAÇÃO

A função não tem parâmetros associados.

5.22 SUPERVISÃO DO CIRCUITO DE DISPARO

5.22.1 INTRODUÇÃO

O circuito que liga a saída do relé de proteção ao disjuntor respetivo é um dos componentes chave do sistema de proteção. A função Supervisão do Circuito de Disparo é responsável pela monitorização do estado do circuito de disparo, de um disjuntor específico, o que permite a identificação de descontinuidades no circuito que podem comprometer a operação das funções de proteção. Assim, a Supervisão do Circuito de Disparo pode ser usada para emitir um alarme que, conhecido antecipadamente, pode impedir uma falha maior.

Nalguns casos, por motivos de backup, existem dois circuitos de disparo independentes para o mesmo disjuntor, o que aumenta a segurança de todo o sistema de proteção. O circuito de backup deve ser monitorizado de modo idêntico ao principal.

5.22.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A Supervisão do Circuito de Disparo pode ser ativada independentemente através da mudança de parâmetros (parâmetro **Operation**).

A supervisão da continuidade do circuito é desempenhada através da monitorização do estado de uma entrada digital, configurada para este efeito. Esta entrada deverá ser associada à entrada da função **MonitorTripCircuit**. A entrada indicará o estado do circuito de disparo se estiver corretamente ligada: enquanto o circuito tiver continuidade, a entrada digital permanecerá ativa; quando os relés de proteção operam, a entrada digital será temporariamente desligada.

No entanto, se a entrada digital permanecer desligada por mais que um tempo predefinido, o que pode ser definido no parâmetro **AlarmDelay**, a falha do circuito de disparo é sinalizada na saída da função **TripCircuitFail**. Pode ser definido um intervalo de tempo adicional entre os arranques consecutivos da função no parâmetro **ResetTime**. Após a função rearmar, não avaliará as condições de arranque novamente até que o intervalo de tempo tenha decorrido.

Opcionalmente, a função pode recorrer à indicação de posição do disjuntor (disponível na entrada da função **Position**) de modo a supervisionar a integridade do circuito de disparo apenas quando o disjuntor estiver fechado. Tal pode ser exigido dependendo da ligação particular disponível para supervisão do circuito.

São apresentados de seguida três esquemas de ligação possíveis.

A primeira opção é a mais simples e é mostrada na Figura 5.24. Com este esquema de ligação, apenas os contatos auxiliares normalmente abertos estão disponíveis, assim, a Supervisão do Circuito de Disparo pode ser desempenhada se o disjuntor estiver fechado (contato 52a fechado). Para que este esquema funcione corretamente, a função deverá poder aceder à posição do disjuntor (entrada **Position**), caso contrário, será dado um alarme de falha do circuito de disparo sempre que o disjuntor abrir (mesmo se o circuito for sólido).

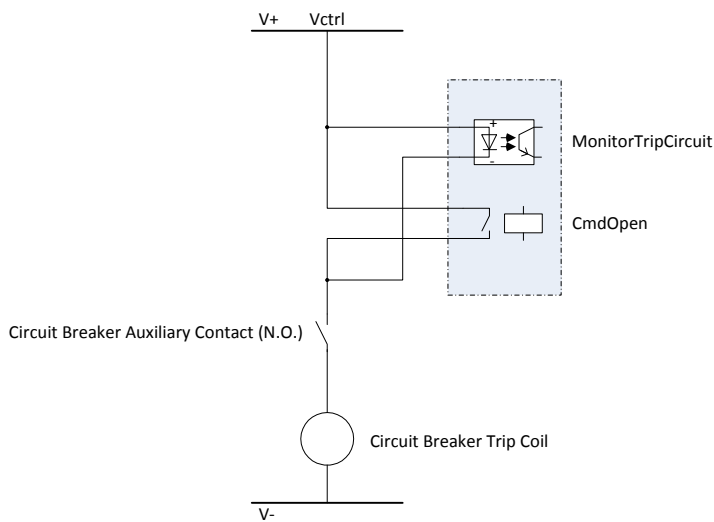


Figura 5.24. Supervisão do Circuito de Disparo (1º esquema de ligação).

No segundo esquema de ligação possível, mostrado na Figura 5.25, a supervisão do circuito de disparo pode ser feita independentemente do estado do disjuntor. No entanto, a bobina do relé é supervisionada apenas se o disjuntor estiver fechado (contato 52a fechado e contato 52b aberto).

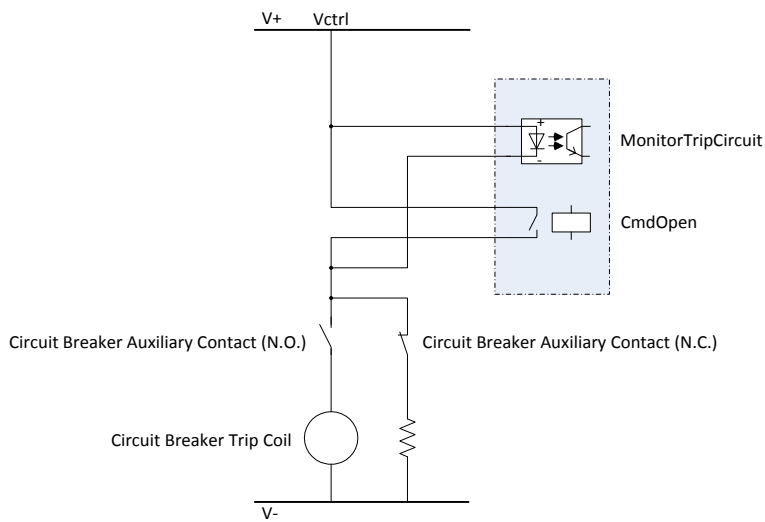


Figura 5.25. Supervisão do Circuito de Disparo (2º esquema de ligação).

O último esquema (de acordo com a Figura 5.26) permite a total supervisão do circuito de disparo, independentemente do estado do disjuntor.

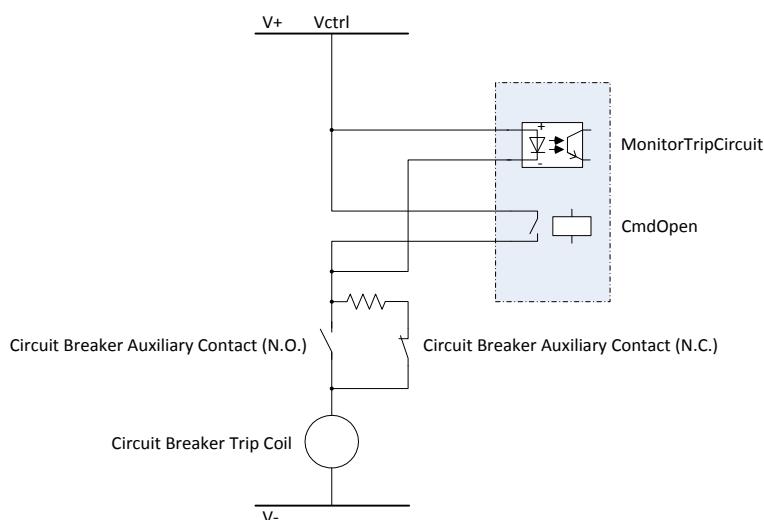


Figura 5.26. Supervisão do Circuito de Disparo (3º esquema de ligação).

Como opção, o circuito de disparo associado à bobina de backup do disjuntor pode também ser monitorizado. O método de supervisão é idêntico ao da bobina principal. A entrada de função **MonitorBackupCircuit** deverá ser usada para este propósito, em conjunto com a informação adicional sobre o estado do disjuntor. A indicação de falha é sinalizada na saída da função **BackupCircuitFail**.

Condições de Bloqueio

A função garante uma entrada de bloqueio (**Block**) para bloqueio da sua operação. Pode ser livremente associada a uma qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** está definida para o estado de Alarme se:

- ◆ As entradas **MonitorTripCircuit** e **MonitorBackupCircuit** estão desligadas.
- ◆ O parâmetro **BackupCircuitOper** está **ON** e a entrada **MonitorBackupCircuit** está desligada.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.22.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.70 e Tabela 5.71, respetivamente.

Tabela 5.70. Entradas de função de Supervisão do Circuito de Disparo.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio da função
Position	Posição	DB DIG	1	Posição do disjuntor
MonitorTripCircuit	Monit Circ Disparo	DIG	1	Entrada para monitorização do circuito de disparo
MonitorBackupCircuit	Monit Circ Reserva	DIG	1	Entrada para monitorização do circuito de disparo de reserva

Tabela 5.71. Saídas de função de Supervisão do Circuito de Disparo.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software de função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração de função
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
TripCircuitFail	Falha Circuito Disparo	DIG	-	Alarme de falha do circuito de disparo
BackupCircuitFail	Falha Circ Reserva	DIG	-	Alarme de falha no circuito de disparo de reserva

5.22.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.72.

Tabela 5.72. Parâmetros da função de Supervisão do Circuito de Disparo.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
AlarmDelay	Atraso Alarme	[500..60000] ms	2000	Atraso para alarme de falha de circuito de disparo
ResetTime	Atraso Rearme	[500..60000] ms	1000	Atraso para rearme
BackupCircuitOper	Oper Circ Reserva	OFF / ON	OFF	Operação da monitorização do circuito de reserva
IgnorePosition	Ignorar Posição	OFF / ON	OFF	Ignorar a monitorização de disjuntor aberto

5.23 FALHA DE DISJUNTOR

5.23.1 INTRODUÇÃO

A fiabilidade da proteção do sistema de energia depende da operação correta dos disjuntores que, como outros componentes do sistema, estão sujeitos a falhas durante a sua vida útil. Deverão ser tomadas medidas especiais no caso de falha do disjuntor para executar um comando de disparo da proteção, de modo a eliminar o defeito. A proteção de backup assegura esta tarefa, mas habitualmente garante uma resposta lenta porque deverá ser temporalmente coordenada com outros relés de proteção.

É possível uma proteção de backup mais rápida através da função Falha de Disjuntor, que opera localmente na subestação, emitindo uma ordem de disparo para todos os disjuntores ligados ao mesmo barramento.

Como característica adicional, por exemplo, quando o disjuntor é fornecido com uma bobina de backup separada, a função de Falha de Disjuntor pode ser configurada para repetir o disparo do mesmo disjuntor, antes de emitir uma ordem externa e desligar todo o barramento. Se bem-sucedido, esta ação impede que diversas outras linhas ou transformadores sejam desligados, reduzindo consideravelmente as consequências da falha na estabilidade do sistema de energia.

O disparo da Falha de Disjuntor é sempre trifásico e são suportados apenas os disjuntores com disparo trifásico (sem disparo monofásico permitido).

5.23.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Existem dois escalões independentes de tempo definidos associadas à função de Falha de Disjuntor: o primeiro tenta repetir o disparo do mesmo disjuntor; o segundo emite um disparo externo para todos os disjuntores no mesmo barramento. O disparo da função é sempre tripolar. O primeiro escalão é ativado dependendo do parâmetro **St1TripEnable**. O Segundo escalão é sempre ativado se a função é ativada (parâmetro **Operation**).

A função de Disjuntor verifica independentemente que o disjuntor disparou baseado na monitorização de corrente no disjuntor, na monitorização da sua posição, ou na combinação dos dois critérios. A função não depende do reinício de qualquer função de proteção.

Operação com Um Escalão Ativo

Se o parâmetro **St1TripEnable** está definido para **OFF**, o escalão 1 é desativado e apenas o segundo escalão da função Falha de Disjuntor é ativado. Este modo de operação deve ser usado quando não existe bobina de disparo de backup local ou quando só um disparo externo é pretendido no caso de falha do disjuntor.

O escalão Falha de Disjuntor arranca imediatamente após o disparo da proteção. A saída **CBTrip** da Lógica de Disparo Trifásico, que combina todos os sinais de disparo da função de proteção independentes devem ser associados à entrada **FuncTrip**; alternativamente, o sinal de disparo ou escalões das funções de proteção selecionadas podem ser usadas. O arranque da função Falha de Disjuntor é indicado na saída **Pickup** respetiva.

Uma temporização, que corresponde ao parâmetro **St2TPTripDelay**, começa a contar após o arranque da função. Se o disjuntor abrir enquanto a temporização decorrer, o escalão reinicia instantaneamente, como esperado. Por outro lado, se a função não detetar a abertura do disjuntor, o disparo externo (saída de função **St2Trip**) é iniciado quando o tempo de operação do escalão 2 passar. A Figura 5.27 mostra a operação simples do escalão; o disjuntor é representado pelo contacto auxiliar normalmente fechado.

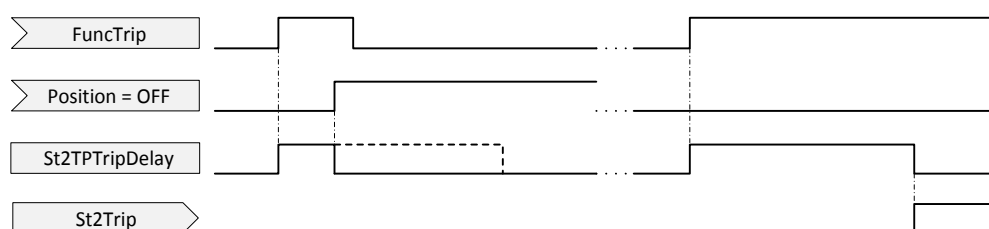


Figura 5.27. Operação do disjuntor com um escalão ativo.

Operação com Dois Escalões Ativos

Se o parâmetro **St1TripEnable** é definido para **THREE-POLE**, os dois escalões de função são permitidos. Neste caso, as operações tanto de repetição de disparo e disparo externo são permitidas. Os dois escalões de Falha de Disjuntor arrancam após o disparo de proteção ser emitido, da mesma maneira que a operação com um escalão ativo.

Duas temporizações independentes, que correspondem aos parâmetros **St1TPTripDelay** para o escalão de repetição de disparo e **St2TPTripDelay** para o escalão de disparo externo que começa após o arranque. O parâmetro **St1TPTripDelay** deve ser inferior a **St2TPTripDelay** para assegurar um correto modo de operação.

Se o disjuntor abrir enquanto a temporização **St1TPTripDelay** decorrer, como esperado, os dois escalões reiniciam instantaneamente. Por outro lado, se a função não detetar a abertura do disjuntor, a repetição de disparo (saída **St1Trip**) é iniciado quando o tempo de operação do escalão 1 passa. Se a repetição de disparo for bem-sucedida e o disjuntor abrir, a temporização do escalão 2 é cancelada imediatamente. No entanto, se tal não for o caso, e o tempo de operação do escalão 2 passa antes da abertura do disjuntor, é iniciada uma ordem externa de disparo (saída **St2Trip**). A Figura 5.28 mostra a operação com dois escalões ativos; o disjuntor é representado pelo contacto auxiliar normalmente fechado.

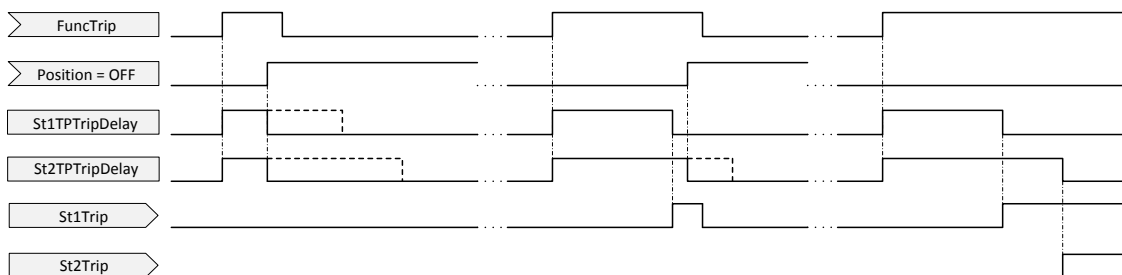


Figura 5.28. Operação do disjuntor com dois escalões ativos.

Monitorização do Fluxo de Corrente

A função de Falha de Disjuntor deverá usar preferencialmente o método baseado na monitorização do fluxo de corrente para detetar uma abertura do disjuntor. Assim, assegura-se frequentemente um tempo de rearme mais curto, garantindo também uma decisão mais segura de disparo após a falha.

Este critério é automaticamente ativado se os três sinais de corrente de fase, associados a um canal analógico, são ligados à entrada de função **I**. A função de proteção é executada em modo full-scheme, o que significa que existem elementos de proteção separados para monitorizar continuamente cada corrente de entrada.

A função Falha de Disjuntor arranca apenas como consequência do disparo da proteção se a amplitude de pelo menos uma corrente de fase é superior ao limiar definido no parâmetro **lopStart**. O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativamente à corrente nominal no TI primário.

$$I_{op,start} [A] = I_{op,start} [p.u.] \cdot I_r \quad (5.57)$$

O limiar de operação dispõe de uma gama de parametrização alargada que permite escolher o nível de sensibilidade mais adequado para deteção de defeitos. Tal adiciona uma verificação de razoabilidade ao disparo da função de proteção, assegurando uma decisão segura da função de Falha de Disjuntor.

Para segurança adicional na decisão de disparo da Falha de Disjuntor, o arranque de escalões de proteção adicionas e funções podem ser monitorizados na entrada **FuncPickup**. Neste caso, os escalões de Falha de Disjuntor arrancam apenas se a entrada de arranque da proteção é ativa no momento em que a proteção dispara. Esta característica pode ser usada, por exemplo, com elementos de proteção de Sequência Negativa ou Residual, para verificação extra da presença de um defeito.

Com a opção de monitorização do fluxo de corrente, a abertura do disjuntor é detetada quando a amplitude de todas as correntes de fase é inferior ao limiar de reinício predefinido (parâmetro **lop**). O algoritmo implementado assegura uma deteção muito rápida da interrupção de corrente, assim, consegue-se um tempo de reinício mais curto.

Monitorização da Posição do Disjuntor

Alternativamente ao método anterior, a função pode monitorizar a posição do disjuntor para detetar a abertura do disjuntor. Este método deverá ser utilizado se o disparo da função de proteção que está a ser monitorizada não depender do fluxo de corrente, como por exemplo, no caso de um relé Buchholz.

Este critério é automaticamente ativado se o estado do disjuntor for associado à entrada de função **Position**. Os contactos auxiliares que indicam o estado do disjuntor são supervisionados pela função. A função de Falha do Disjuntor arranca apenas se o fecho do disjuntor é anterior ao disparo da proteção. A abertura do disjuntor é detetada e a função reinicia automaticamente quando a **Position** alcança a posição final, indicando que o disjuntor está aberto

Para segurança adicional na decisão do disparo da Falha do Disjuntor, o arranque dos escalões de proteção e as funções podem ser monitorizadas através da ligação entre os sinais da entrada **FuncPickup**. Se for este o caso, os escalões da Falha do Disjuntor só serão ativados se a entrada de arranque da proteção for ativa no momento do disparo da proteção.

Os dois métodos (monitorização da posição e fluxo de corrente) podem ser simultaneamente executados, se as entradas **I** e **Position** estiverem ligadas. É dada prioridade ao método de monitorização de fluxo de corrente se as condições de arranque respetivas se verificarem. Apenas se não se exceder a grandeza da corrente o limiar de arranque em qualquer uma das fases, a função utiliza o método da posição do disjuntor como alternativa ao anterior critério.

Disjuntor em Defeito

O disjuntor irá certamente falhar ao disparar se não houver continuidade no circuito de disparo. Se esta condição de defeito já tiver sido detetada antes do arranque da função de proteção, o disparo de Falha de Disjuntor pode ser imediatamente emitida após disparo da proteção.

O disparo do disjuntor é instantâneo se a falha de disjuntor é indicada pela entrada **CBFaulty**. Esta informação pode ser o resultado da função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.22 - Supervisão do Circuito de Disparo). Caso não haja entidades de dados associadas a **CBFaulty**, esta característica não será ativada.

Se o disparo de Falha de Disjuntor for gerado devido à entrada **CBFaulty** é sinalizado adicionalmente (saída **TripCBFaulty**) com o objetivo de registar o evento.

Condições de Bloqueio

A função oferece uma entrada de bloqueio (**Block**) de ambos os escalões. Poderá ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ A entrada **FuncTrip** estiver desligada.
- ◆ A entrada **Position** estiver desligada e não há nenhum canal analógico trifásico associado à entrada **I**.

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ A repetição de disparo é ativada (**St1TripEnable** = **THREE-POLE**) e **St1TPTripDelay** é superior ou igual a **St2TPTripDelay**: a repetição de disparo não é permitida neste caso.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.23.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.73 e Tabela 5.74, respetivamente.

Tabela 5.73. Entradas de função Falha de Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Position	Posição	DB DIG	1	Posição do disjuntor
FuncPickup	Arranque funções	DIG	100	Arranque das funções de proteção
FuncTrip	Disparo funções	DIG	100	Disparo das funções de proteção
CBFaulty	Disjuntor Def	DIG	2	Indicação de circuito de disjuntor defeituoso

Tabela 5.74. Saídas de função Falha de Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloquado	DIG	-	Função bloqueada
Pickup	Arranque	DIG	-	Arranque geral
St1Trip	Disparo Esc1	DIG	-	Repetição do disparo
St2Trip	Disparo Esc2	DIG	-	Disparo externo
TripCBFaulty	Disparo Disj Def	DIG	-	Disparo devido a circuito de disjuntor defeituoso

5.23.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.75.

Tabela 5.75. Parâmetros da função Falha de Disjuntor.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
St1TripEnable	Perm Disparo Esc1	OFF / THREE-POLE	OFF	Permissão de repetição de disparo
St1TPTripDelay	Atraso Disparo Esc1	[0..30000] ms	0	Atraso para repetição de disparo
St2TPTripDelay	Atraso Disparo Esc2	[50..30000] ms	150	Atraso para disparo externo
IopStart	Iop Arranque	$[0.05..20,0] \times I_r$	1.0	Limiar de detetor de corrente de arranque
Iop	Iop	$[0.05..1.5] \times I_r$	0.1	Limiar de detetor de corrente de rearme

5.24 RELIGAÇÃO AUTOMÁTICA

5.24.1 INTRODUÇÃO

Uma elevada percentagem de defeitos em linhas aéreas, como aqueles causados por raios, são temporários e o arco de defeito é automaticamente extinguido após os disparos do disjuntor. A função de Religação Automática é responsável por re-energizar e recuperar a secção com defeito após um intervalo predefinido, aumentando assim a disponibilidade do equipamento e melhorando a estabilidade de todo o sistema. Não pode ser usada noutra equipamento, como transformadores ou cabos subterrâneos, porque nestes casos as falhas de isolamento são sempre permanentes.

A Religação Automática pode ser definida como rápida (sem atraso intencional, apenas com tempo suficiente para extinguir o arco de defeito) ou temporizada. Nalguns casos, múltiplas tentativas de religação podem ser programadas. Pode ser supervisionada opcionalmente por uma função de verificação de sincronismo externa. São suportados apenas os disjuntores com disparo trifásico (não é permitido disparo monofásico), o que significa que as sequências de religação trifásica são executadas para todos os tipos de defeitos.

5.24.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Religação Automática opera desligando temporariamente a linha após a deteção de um defeito e tenta fechá-la novamente após um tempo de espera configurável (tempo de isolamento) na expectativa que o defeito seja suprimido.

A TPU S430 desempenha até cinco tentativas de religação trifásica com tempos de isolamento configuráveis independentemente. O parâmetro **NumCycles** designa o número de ciclos de religação.

Configuração de Canal

A função de Religação Automática dispõe de uma interface muito flexível, tornando possível a sua integração numa gama alargada de esquemas de protecção. É possível designar um modo de operação diferente para que a função reaja de forma diferente de acordo com a função de protecção e/ ou o escalão que a desencadeou. São fornecidos cinco canais independentes para este fim.

Cada canal dispõe de uma entrada de arranque à qual podem ser ligados até cinco sinais de arranque (entrada **ChzPickup**, $z = 1, 2, 3, 4$ ou 5), e cinco parâmetros (um para cada ciclo de religação) que definem a ação pretendida para cada ciclo (parâmetros **ChzActionCyclex**, $x = 1, 2, 3, 4$ ou 5). As ações configuradas para um dado canal são despoletadas pelo sinal de arranque correspondente. Todos os sinais de disparo de funções de protecção ou de escalões de funções de protecção que sejam relevantes devem ser ligados à entrada **FuncTrip**, independentemente do canal ao qual os sinais de arranque correspondentes estão associados. A Figura 5.29 apresenta uma representação gráfica da configuração de canal.

	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Cycle 4	Cycle 5
Ch1Pickup	START	IGNORE	IGNORE	IGNORE	IGNORE
Ch2Pickup	FAST START	START	BLOCK	BLOCK	BLOCK
Ch3Pickup	START	START	START	START	START
Ch4Pickup	IGNORE	IGNORE	IGNORE	IGNORE	IGNORE
Ch5Pickup	BLOCK	BLOCK	BLOCK	BLOCK	BLOCK

Figura 5.29. Configuração do canal de Religação Automática.

As ações de cada ciclo podem ser parametrizadas com os valores seguintes:

- ◆ **IGNORE** – a função não reage ao sinal de arranque.
- ◆ **START** – a função espera pelo sinal de disparo e inicia depois um novo ciclo de religação.
- ◆ **FAST START** – a função não aguarda pelo sinal de disparo da função de proteção e irá emitir um comando de abertura do disjuntor (saída **CmdOpen**) instantaneamente ou a seguir ao intervalo de tempo configurável (parâmetro **ChzFastStartTimeCyclex**). Esta característica está disponível apenas para os ciclos 1 e 2.
- ◆ **BLOCK** – a função irá esperar pelo sinal de disparo, após o qual vai bloquear.

O valor por defeito para todas as ações é **IGNORE**. Se ação de um ciclo está configurado como **BLOCK**, todos os ciclos posteriores serão tratados como **BLOCK** ou **IGNORE**, respetivamente (cada canal é individualmente processado).

Quando uma ação **START** e a ação **FAST START** são simultaneamente despoletadas, a ação **FAST START** terá prioridade. Se a ação **BLOCK** ocorrer ao mesmo tempo que as ações **START** ou **FAST START** são iniciadas, a religação será bloqueada.

Máquina de Estados

A função Religação Automática funciona de acordo com a máquina de estados representada na Figura 5.30.

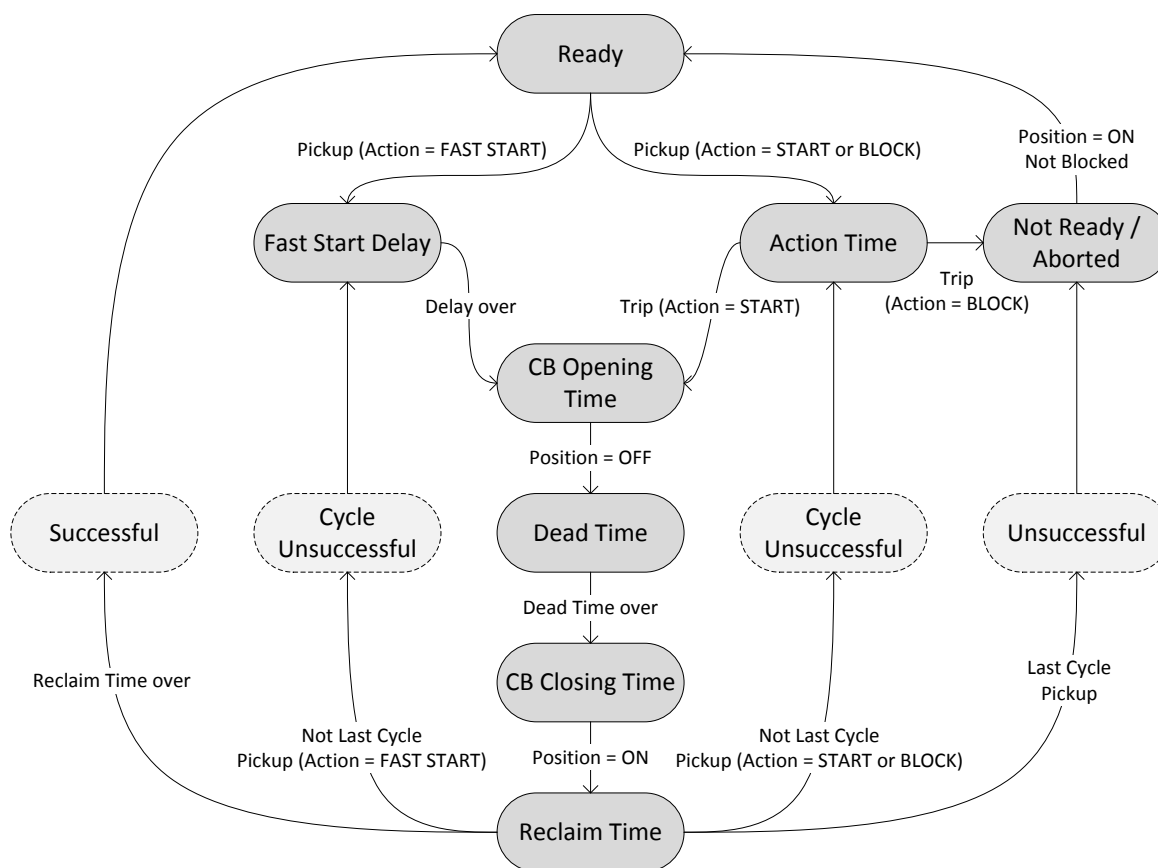


Figura 5.30. Máquina de estados da religação automática.

As sequências de religação podem ser iniciadas quando a função está pronta para religar (este estado é sinalizado pela saída **RecReady**), sendo possível apenas se as condições seguintes se verificarem:

- ◆ religação não está bloqueada;
- ◆ não existe nenhuma operação de religação atualmente em progresso;
- ◆ o disjuntor está fechado;

- ◆ nenhuma das ações **START**, **FAST START**, ou **BLOCK** foram ativadas;
- ◆ a entrada **FuncTrip** está inativa.
- ◆ o disjuntor está pronto para um ciclo OFO (opcional). Esta condição é avaliada apenas se a entrada **CBReady** estiver ligada e o parâmetro **CBReadyEval** for configurado para **BEFORE START** ou **BEFORE START AND BEFORE CLOSE**, caso contrário o disjuntor será considerado pronto.

O tempo de operação corresponde ao intervalo de tempo entre a detecção de sinais de arranque e disparo da função de proteção. O tempo máximo que a função aguarda pelo sinal de disparo após a religação ter sido desencadeada é determinado pelo parâmetro **MaxActionTime**. A ausência de sinal de disparo durante o tempo de operação vai fazer com que a religação seja abortada. Isto não é tido em consideração durante os atrasos de início rápido, uma vez que a função não aguarda pelo sinal de disparo nestes casos.

A posição do disjuntor deverá ser continuamente monitorizada durante as sequências de religação. Os intervalos de tempo máximos para as manobras de abertura e de fecho do disjuntor é configurável (parâmetro **MaxCBOpeningTime** e **MaxCBClosingTime**).

O tempo de isolamento corresponde ao intervalo entre o momento em que o disjuntor abre e o momento em que o comando de fecho é emitido. Pode ser configurado independentemente para cada canal e para cada ciclo (parâmetro **ChzDeadTimeCyclex**). Este atraso deverá ser suficientemente longo para os defeitos transitórios serem extintos, e, ao mesmo tempo, tão reduzido quanto possível de modo a assegurar sincronismo e a estabilidade do sistema.

A função de Religação Automática disponibiliza uma interface de verificação de sincronismo, que poderá ser ativada através da ligação do sinal de permissão de fecho para comandos automáticos da função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão (secção 5.25 - Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão) à entrada **SyncEnableClose** (se esta entrada estiver desligada, a funcionalidade será desativada). Se a verificação de sincronismo for ativada, a função esperará pelo sinal de permissão de fecho (entrada **SyncEnableClose**) durante um intervalo de tempo máximo definido por **MaxSyncTime**. Se a permissão não for concedida durante o tempo configurado, a religação será bloqueada.

O tempo de isolamento máximo é configurável ajustando o parâmetro **MaxDeadTime**, e indica o tempo em que a função permite permanecer neste estado – se for excedido, a religação irá bloquear. O tempo monitorizado corresponde à duração do tempo de isolamento mais o tempo de verificação de sincronismo. O parâmetro **MaxDeadTime** deverá ser maior que qualquer valor **ChzDeadTimeCyclex** para que a função opere corretamente.

Após ter decorrido o tempo de isolamento, a função avalia se o sistema está preparado para um ciclo de FO. Esta validação é opcional, e pode ser ativada ligando o sinal adequado à entrada **CBReady** e configurando o parâmetro **CBReadyEval** para **BEFORE CLOSE** ou **BEFORE START AND BEFORE CLOSE**.

Se se reunirem todas as condições, o comando de fecho do disjuntor será emitido através da saída **CmdClose**. Após o fecho do disjuntor, a função aguarda em *stand-by* durante um intervalo de tempo configurável (**ReclaimTime**). Se for detetado um defeito dentro deste intervalo de tempo a função irá bloquear (a saída **Unsuccessful** sinaliza a transição para este estado) ou iniciar um novo ciclo de religação, dependendo se ocorre ou não durante o último ciclo de religação. Se não forem detetados defeitos durante o tempo de confirmação, a religação será bem sucedida (sinalização dada pela saída **Successful**).

O estado atual da Religação Automática poderá ser observado em qualquer altura consultando a saída **RecStatus**. Os valores possíveis são apresentados na Tabela 5.76.

Tabela 5.76. Estado de Religação Automática.

Título	Valor	Transitório	Descrição
Not Ready	-1	Não	Não está pronto para religar/ bloquear
Ready	1	Não	Pronta para religar
Successful	3	Sim	Religação bem-sucedida
Waiting For Trip	4	Não	Tempo de operação
Trip From Protection	5	Não	Tempo de abertura do disjuntor
Fault Disappeared	6	Não	Tempo de isolamento
Wait To Complete	7	Não	Tempo de fecho do disjuntor
CB Closed	8	Não	Tempo de confirmação

Título	Valor	Transitório	Descrição
Cycle Unsuccessful	9	Sim	Ciclo de religação mal sucedido
Unsuccessful	10	Sim	Religação mal sucedida
Aborted	11	Não	Abortado

A saída **RecInProgress** permanecerá ativa enquanto a sequência de religação estiver em curso. Estão disponíveis saídas dedicadas a cada ciclo individual (saídas **CycleInProgress**). Durante a operação de religação, a saída **RecCycle** é sempre atualizada, caso contrário será apresentado o valor 0.

Após uma sequência de religação, se as entradas **FuncTrip** ou **ChzPickup** não estiverem ativas e o disjuntor permanecer fechado, a função estará pronta para uma nova sequência, caso contrário será bloqueada. A função provavelmente bloqueia se uma sequência de religação é interrompida (por exemplo, a função é bloqueada por condições externas ou a temporização expira). No entanto, nalgumas situações não é possível determinar se, após uma interrupção, a função deve bloquear ou se se deve apresentar pronta para tentar outra religação— nestes casos a função irá abortar, e permanecer assim até que uma decisão seja tomada. Tal pode acontecer, por exemplo, se um sinal de arranque rearmar antes do início do primeiro ciclo (i.e., durante o primeiro tempo de operação ou durante o primeiro tempo de arranque de religação rápida).

A função permanecerá num estado não pronto se for bloqueada (i.e., entrada **Block** estiver ativada) ou enquanto as condições para começar uma nova religação não se encontrem satisfeitas. A saída **RecNotReady** indica se a função se encontra neste estado. Após o comando manual de fecho do disjuntor, se não se verificarem outras condições de bloqueio, a função irá transitar para o estado pronta para religar, após um atraso configurável (parâmetro **BlockedTime**).

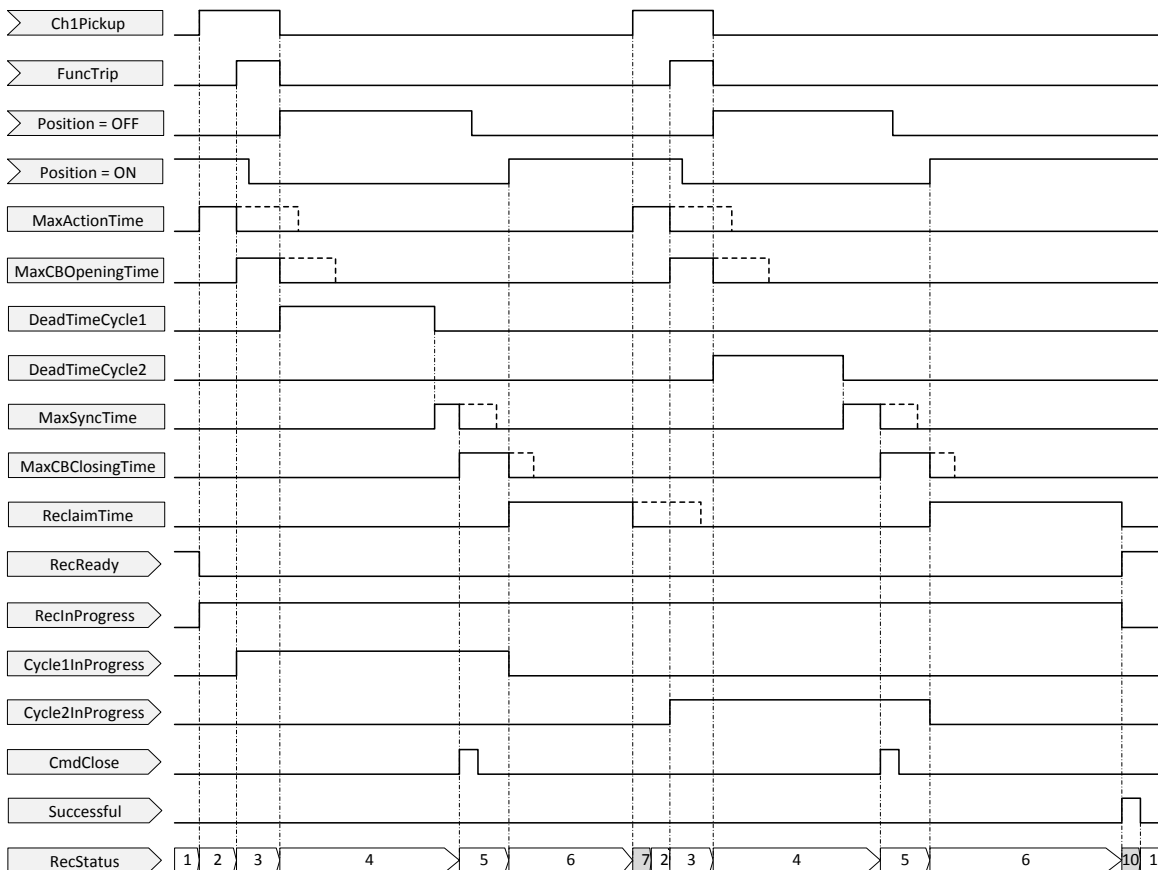


Figura 5.31. Exemplo de sequência de religação bem-sucedida após dois ciclos.

Tempos de Isolamento Dinâmicos

Em casos particulares nos quais é necessária a coordenação com uma função de Religação Automática remota, é possível configurar tempos de isolamento dinâmicos, dependentes de uma religação bem sucedida dos disjuntores remotos.

Os tempos de isolamento dinâmicos implicam uma configuração *master-slave*, na qual a função remota opera como *master* e a função local opera como *slave*. Para o sistema funcionar como esperado, os tempos de isolamento dinâmicos não podem ser habilitados na função de religação *master*.

Os tempos de isolamento dinâmicos podem ser ativados ligando a sinalização de espera da função *master* (por exemplo, a saída **WaitForMaster**) à entrada **WaitForMaster** da função *slave*. Nestas circunstâncias, o comando de fecho do disjuntor não será emitido enquanto a sinalização de espera permanecer ativa. O funcionamento correto desta funcionalidade encontra-se dependente da garantia de que a sinalização de espera vai permanecer ativa ao longo das sequências de religação da função *master* e enquanto esta se encontrar bloqueada (*i.e.*, a sinalização de espera deve permanecer ativa a não ser que a função esteja pronta para religar).

O parâmetro **MaxDeadTime** é especialmente importante se os tempos de isolamento dinâmicos forem configurados, e deverá ser suficientemente grande para englobar o pior cenário de religação bem-sucedida por parte da função *master* (*i.e.*, deverá ser maior ou igual ao tempo necessário para que a função remota efectue todos os ciclos de religação configurados).

Contadores

A função de Religação Automática disponibiliza dois contadores que exibem o número de sequências de religação bem e mal sucedidas (**RecSuccessfulCounter** e **RecUnsuccessfulCounter**, respetivamente), e cinco contadores adicionais com indicação do número de sequências de religação bem-sucedidas após cada ciclo (**CyclexSuccessfulCounter**).

Todos os contadores podem ser inicializados pelo utilizador executando um comando com o valor desejado na entidade correspondente (**RecSuccessfulCounter**, **RecUnsuccessfulCounter** ou **CyclexSuccessfulCounter**).

Proteção de Fusíveis

As estratégias de proteção de fusíveis têm como objetivo impedir interrupções de fornecimento de energia permanentes causadas por defeitos transitórios que ocorram a jusante de fusíveis, ao longo do *feeder* de distribuição. Isto é assegurado habitualmente por elementos de proteção instantâneos ou de alta velocidade na primeira tentativa de eliminação de defeito, seguida de disparos mais lentos que permitem que os fusíveis a jusante eliminem defeitos permanentes.

A função de Religação Automática disponibiliza uma interface configurável dedicada (saída **BlockHighSpeedProt**) para bloqueio de escalões de proteção instantâneos durante os últimos ciclos de religação. Esta saída deve ser associada a escalões de proteção instantâneos e/ ou de alta velocidade e pode ser configurada para bloquear antes do segundo, terceiro, quarto ou quinto ciclo de religação ao ajustar o parâmetro **HighSpeedProtBlock**.

Coordenação de Sequências de Religação

A funcionalidade de coordenação de sequências de religação pode ser usada para a coordenação com religadores a jusante ou com outros dispositivos de religação localizados ao longo do *feeder*. Esta funcionalidade permite que a função avance para o próximo ciclo de religação sem que efectue uma operação de disparo e religação, depois de detetar que o defeito foi eliminado pelo dispositivo a jusante. A função é assim capaz de saltar ciclos e progredir na sequência de religação, mantendo a coerência com o dispositivo que está efetivamente a tentar eliminar o defeito. Esta característica pode ser ativada alterando o parâmetro **ZoneSequenceCoord** para **ON**.

Durante a coordenação de sequências de religação, o disjuntor local não opera e o tempo de confirmação inicia imediatamente após o tempo de operação ou atraso rápido. De modo a continuar a assegurar a coordenação com o dispositivo a jusante, é feita uma extensão do tempo de confirmação do ciclo (parâmetro **ReclaimTimeCycleExt**). Esta extensão de tempo de confirmação será usada para cada ciclo ignorado e deve ser suficientemente longa para acompanhar o maior tempo de isolamento configurado para o dispositivo a jusante.

Também pode ser aplicada uma extensão adicional ao tempo de confirmação (parâmetro **ReclaimTimeSequenceExt**) no final da sequência de religação (*i.e.*, após o último ciclo de religação). Este atraso deve apenas ser usado se o número máximo de ciclos de religação do dispositivo a jusante for maior que o número máximo de ciclos de religação parametrizados para sequência de religação local.

Monitorização de Operações Frequentes

Os defeitos intermitentes podem originar um número elevado de operações de religação num período de tempo curto. Tal pode danificar o disjuntor e os condutores.

A funcionalidade de monitorização de operações frequentes contabiliza continuamente o número de religações bem-sucedidas durante um intervalo de tempo. Tanto o número de operações como o intervalo de observação podem ser configurados pelo utilizador, ajustando os parâmetros **MaxFrequentOperations** e **FrequentOperationsTime**. Esta funcionalidade pode ser desativada definindo o parâmetro **FrequentOperationsTime** para 0.

Ao atingir o número configurado de operações frequentes é ativado o alarme de operações frequentes (saída **FrequentOperationAlarm**) e as operações de religação são bloqueadas (*i.e.*, se uma religação estiver prestes a começar enquanto o alarme estiver ligado, a função bloqueia).

O contador de operações frequentes pode ser reiniciado executando um comando na entidade **FrequentOperationAlarm**.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio (**Block**) que poderá ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ A entrada **Position** está desligada.

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** está definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Os tempos de isolamento dinâmicos se encontram configurados (a entrada **WaitForMaster** está ligada) e **NumCycles** é maior que 1. Neste caso, a função não fará mais que um ciclo de religação.
- ◆ Os tempos de isolamento dinâmicos estão configurados (a entrada **WaitForMaster** está ligada) e a coordenação de sequências de religação está ativa (**ZoneSequenceCoord** é definida para **ON**). Neste caso, a coordenação de sequências de religação será desativada.
- ◆ O **Ch1ActionCycle2** está configurado como **START** e **Ch1Pickup** e/ou **FuncTrip** estão/ está desligado (isto é aplicado a qualquer canal e a qualquer ciclo). Este canal nunca originará um ciclo de religação.
- ◆ O **Ch1ActionCycle2** está configurado como **FAST START** e **Ch1FastStartTimeCycle2** é maior ou igual que **MaxActionTime** (isto aplica-se a qualquer canal e a qualquer ciclo que suporte religações rápidas); o tempo de ação não será monitorizado se um arranque rápido é despoletado pelo canal 1 durante o segundo ciclo de religação (será monitorizado para os restantes canais e ações).
- ◆ O **Ch1ActionCycle2** está configurado como **BLOCK** e **Ch1Pickup** está desligado (isto aplica-se a qualquer canal e a qualquer ciclo). Esta ação nunca será executada.
- ◆ O **Ch1ActionCycle3**, **Ch1ActionCycle4**, ou **Ch1ActionCycle5** configurado como **FAST START** (válido para todos os canais). A função processará estas ações como **START**.
- ◆ A entrada **CBReady** está desligada e o parâmetro **CBReadyEval** não é definido para **OFF**; neste caso a função irá desligar a verificação de disjuntor pronto para ciclo OFO.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em conformidade.

5.24.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.77 e Tabela 5.78, respetivamente.

Tabela 5.77. Entradas da função Religação Automática.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
Position	Posição	DB DIG	1	Posição do disjuntor
Ch1Pickup	Arranque Canal 1	DIG	5	Arranque das funções de proteção associadas ao canal 1

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Ch2Pickup	Arranque Canal 2	DIG	6	Arranque das funções de proteção associadas ao canal 2
Ch3Pickup	Arranque Canal 3	DIG	6	Arranque das funções de proteção associadas ao canal 3
Ch4Pickup	Arranque Canal 4	DIG	6	Arranque das funções de proteção associadas ao canal 4
Ch5Pickup	Arranque Canal 5	DIG	6	Arranque das funções de proteção associadas ao canal 5
FuncTrip	Disparo Funções	DIG	30	Disparo das funções de proteção
CBReady	Disjuntor Pronto	DIG	1	Disjuntor pronto para ciclo FO
SyncEnableClose	Perm Fecho Sinc	DIG	1	Comando de fecho automático permitido por verificação de sincronismo
WaitForMaster	Espera Perm Rem	DIG	1	Espera por permissão remota

Tabela 5.78. Saídas da função Religação Automática.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
RecStatus	Estado Rel	INT	-	Estado da religação automática
RecCycle	Ciclo Rel	INT	-	Ciclo de religação atual
RecReady	Rel Pronta	DIG	-	Pronta para religar
RecNotReady	Rel Não Pronta	DIG	-	Não pronta para religar
RecInProgress	Rel Em Curso	DIG	-	Religação automática em curso
Cycle1InProgress	Ciclo 1 Em Curso	DIG	-	Primeiro ciclo de religação em curso
Cycle2InProgress	Ciclo 2 Em Curso	DIG	-	Segundo ciclo de religação em curso
Cycle3InProgress	Ciclo 3 Em Curso	DIG	-	Terceiro ciclo de religação em curso
Cycle4InProgress	Ciclo 4 Em Curso	DIG	-	Quarto ciclo de religação em curso
Cycle5InProgress	Ciclo 5 Em Curso	DIG	-	Quinto ciclo de religação em curso
Successful	Rel Bem Sucedida	DIG	-	Religação bem sucedida
Unsuccessful	Rel Mal Sucedida	DIG	-	Religação mal sucedida
CmdOpen	Comando Abertura	DIG	-	Comando de abertura
CmdClose	Comando Fecho	DIG	-	Comando de fecho
BlockHighSpeedProt	Bloq Prot Rápidas	DIG	-	Bloqueio de elementos de protecção de actuação rápida
ZoneSeqCoordInProgress	Coordenação Seq Rel	DIG	-	Coordenação de sequências de religação ativa
FrequentOperationAlarm	Alarme Op Freq	DIG CTRL	-	Alarme de operações frequentes

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
WaitForMaster	Espera Perm Rem	DIG	-	Espera por permissão remota
RecSuccessfulCounter	Cont Rel Bem Suc	INT CTRL	Sim	Contador de ligações bem sucedidas
RecUnsuccessfulCounter	Cont Rel Mal Suc	INT CTRL	Sim	Contador de ligações mal sucedidas
Cycle1SuccessfulCounter	Cont Cic 1 Bem Suc	INT CTRL	Sim	Contador de ligações de um ciclo bem sucedidas
Cycle2SuccessfulCounter	Cont Cic 2 Bem Suc	INT CTRL	Sim	Contador de ligações de dois ciclos bem sucedidas
Cycle3SuccessfulCounter	Cont Cic 3 Bem Suc	INT CTRL	Sim	Contador de ligações de três ciclos bem-sucedidas
Cycle4SuccessfulCounter	Cont Cic 4 Bem Suc	INT CTRL	Sim	Contador de ligações de quatro ciclos bem-sucedidas
Cycle5SuccessfulCounter	Cont Cic 5 Bem Suc	INT CTRL	Sim	Contador de ligações de cinco ciclos bem-sucedidas

5.24.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.79.

Tabela 5.79. Parâmetros da função Religação Automática.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
NumCycles	Num Ciclos	[1..5]	1	Número máximo de ciclos de religação
Ch1ActionCycle1	Canal 1 Ação Cic 1	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORE	Canal 1, ação para o primeiro ciclo de religação
Ch1ActionCycle2	Canal 1 Ação Cic 2	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORE	Canal 1, ação para o segundo ciclo de religação
Ch1ActionCycle3	Canal 1 Ação Cic 3	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 1, ação para o terceiro ciclo de religação
Ch1ActionCycle4	Canal 1 Ação Cic 4	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 1, ação para o quarto ciclo de religação
Ch1ActionCycle5	Canal 1 Ação Cic 5	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 1, ação para o quinto ciclo de religação
Ch1FastStartTimeCycle1	C1 Tempo Arr Cic 1	[0..60000] ms	0	Canal 1, tempo de arranque rápido para o primeiro ciclo de religação

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Ch1FastStartTimeCycle2	C1 Tempo Arr Cic C2	[0..60000] ms	0	Canal 1, tempo de arranque rápido para o segundo ciclo de religação
Ch1DeadTimeCycle1	C1 Tempo Isol Cic 1	[100..180000] ms	300	Canal 1, tempo de isolamento do ciclo 1
Ch1DeadTimeCycle2	C1 Tempo Isol Cic 2	[100..180000] ms	300	Canal 1, tempo de isolamento do ciclo 2
Ch1DeadTimeCycle3	C1 Tempo Isol Cic 3	[100..180000] ms	300	Canal 1, tempo de isolamento do ciclo 3
Ch1DeadTimeCycle4	C1 Tempo Isol Cic 4	[100..180000] ms	300	Canal 1, tempo de isolamento do ciclo 4
Ch1DeadTimeCycle5	C1 Tempo Isol Cic 5	[100..180000] ms	300	Canal 1, tempo de isolamento do ciclo 5
Ch2ActionCycle1	Canal 2 Ação Cic 1	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORAR	Canal 2, ação para o primeiro ciclo de religação
Ch2ActionCycle2	Canal 2 Ação Cic 2	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORAR	Canal 2, ação para o segundo ciclo de religação
Ch2ActionCycle3	Canal 2 Ação Cic 3	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 2, ação para o terceiro ciclo de religação
Ch2ActionCycle4	Canal 2 Ação Cic 4	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 2, ação para o quarto ciclo de religação
Ch2ActionCycle5	Canal 2 Ação Cic 5	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 2, ação para o quinto ciclo de religação
Ch2FastStartTimeCycle1	C2 Tempo Arr Cic 1	[0..60000] ms	0	Canal 2, tempo de arranque rápido para o primeiro ciclo de religação
Ch2FastStartTimeCycle2	C2 Tempo Arr Cic 2	[0..60000] ms	0	Canal 2, tempo de arranque rápido para o segundo ciclo de religação
Ch2DeadTimeCycle1	C2 Tempo Isol Cic 1	[100..180000] ms	300	Canal 2, tempo de isolamento do ciclo 1
Ch2DeadTimeCycle2	C2 Tempo Isol Cic 2	[100..180000] ms	300	Canal 2, tempo de isolamento do ciclo 2
Ch2DeadTimeCycle3	C2 Tempo Isol Cic 3	[100..180000] ms	300	Canal 2, tempo de isolamento do ciclo 3
Ch2DeadTimeCycle4	C2 Tempo Isol Cic 4	[100..180000] ms	300	Canal 2, tempo de isolamento do ciclo 4
Ch2DeadTimeCycle5	C2 Tempo Isol Cic 5	[100..180000] ms	300	Canal 2, tempo de isolamento do ciclo 5

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Ch3ActionCycle1	Canal de ação Cic 1	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORAR	Canal 3, ação para primeiro ciclo de religação
Ch3ActionCycle2	Canal de ação Cic 2	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORAR	Canal 3, ação para segundo ciclo de religação
Ch3ActionCycle3	Canal de ação Cic 3	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORAR	Canal 3, ação para terceiro ciclo de religação
Ch3ActionCycle4	Canal de ação Cic 4	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORAR	Canal 3, ação para quarto ciclo de religação
Ch3ActionCycle5	Canal de ação Cic 5	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORAR	Canal 3, ação para quinto ciclo de religação
Ch3FastStartTimeCycle1	C3 Tempo Arr Cic 1	[0..60000] ms	0	Canal 3, tempo de arranque rápido para o primeiro ciclo de religação
Ch3FastStartTimeCycle2	C3 Tempo Arr Cic C2	[0..60000] ms	0	Canal 3, tempo de arranque rápido para o segundo ciclo de religação
Ch3DeadTimeCycle1	C3 Tempo Isol Cic 1	[100..180000] ms	300	Canal 3, tempo de isolamento do ciclo 1
Ch3DeadTimeCycle2	C3 Tempo Isol Cic 2	[100..180000] ms	300	Canal 3, tempo de isolamento do ciclo 2
Ch3DeadTimeCycle3	C3 Tempo Isol Cic 3	[100..180000] ms	300	Canal 3, tempo de isolamento do ciclo 3
Ch3DeadTimeCycle4	C3 Tempo Isol Cic 4	[100..180000] ms	300	Canal 3, tempo de isolamento do ciclo 4
Ch3DeadTimeCycle5	C3 Tempo Isol Cic 5	[100..180000] ms	300	Canal 3, tempo de isolamento do ciclo 5
Ch4ActionCycle1	Canal 4 Ação Cic 1	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORE	Canal 4, ação para o primeiro ciclo de religação
Ch4ActionCycle2	Canal 4 Ação Cic 2	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORE	Canal 4, ação para o segundo ciclo de religação
Ch4ActionCycle3	Canal 4 Ação Cic 3	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 4, ação para o terceiro ciclo de religação
Ch4ActionCycle4	Canal 4 Ação Cic 4	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 4, ação para o quarto ciclo de religação
Ch4ActionCycle5	Canal 4 Ação Cic 5	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORE	Canal 4, ação para o quinto ciclo de religação

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Ch4FastStartTimeCycle1	C4 Tempo Arr Cic 1	[0..60000] ms	0	Canal 4, tempo de arranque rápido para o primeiro ciclo de religação
Ch4FastStartTimeCycle2	C4 Tempo Arr Cic 2	[0..60000] ms	0	Canal 4, tempo de arranque rápido para o segundo ciclo de religação
Ch4DeadTimeCycle1	C4 Tempo Isol Cic 1	[100..180000] ms	300	Canal 4, tempo de isolamento do ciclo 1
Ch4DeadTimeCycle2	C4 Tempo Isol Cic 2	[100..180000] ms	300	Canal 4, tempo de isolamento do ciclo 2
Ch4DeadTimeCycle3	C4 Tempo Isol Cic 3	[100..180000] ms	300	Canal 4, tempo de isolamento do ciclo 3
Ch4DeadTimeCycle4	C4 Tempo Isol Cic 4	[100..180000] ms	300	Canal 4, tempo de isolamento do ciclo 4
Ch4DeadTimeCycle5	C4 Tempo Isol Cic 5	[100..180000] ms	300	Canal 4, tempo de isolamento do ciclo 5
Ch5ActionCycle1	Canal 5 Ação Cic 1	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORAR	Canal 5, ação para o primeiro ciclo de religação
Ch5ActionCycle2	Canal 5 Ação Cic 2	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO / INICIO RÁPIDO	IGNORAR	Canal 5, ação para o segundo ciclo de religação
Ch5ActionCycle3	Canal 5 Ação Cic 3	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORAR	Canal 5, ação para o terceiro ciclo de religação
Ch5ActionCycle4	Canal 5 Ação Cic 4	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORAR	Canal 5, ação para o quarto ciclo de religação
Ch5ActionCycle5	Canal 5 Ação Cic 5	IGNORAR / BLOQUEAR / INICIO	IGNORAR	Canal 5, ação para o quinto ciclo de religação
Ch5FastStartTimeCycle1	C5 Tempo Arr Cic 1	[0..60000] ms	0	Canal 5, tempo de arranque rápido para o primeiro ciclo de religação
Ch5FastStartTimeCycle2	C5 Tempo Arr Cic 2	[0..60000] ms	0	Canal 5, tempo de arranque rápido para o segundo ciclo de religação
Ch5DeadTimeCycle1	C5 Tempo Isol Cic 1	[100..180000] ms	300	Canal 5, tempo de isolamento do ciclo 1
Ch5DeadTimeCycle2	C5 Tempo Isol Cic 2	[100..180000] ms	300	Canal 5, tempo de isolamento do ciclo 2
Ch5DeadTimeCycle3	C5 Tempo Isol Cic 3	[100..180000] ms	300	Canal 5, tempo de isolamento do ciclo 3
Ch5DeadTimeCycle4	C5 Tempo Isol Cic 4	[100..180000] ms	300	Canal 5, tempo de isolamento do ciclo 4
Ch5DeadTimeCycle5	C5 Tempo Isol Cic 5	[100..180000] ms	300	Canal 5, tempo de isolamento do ciclo 5

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
MaxDeadTime	Tempo Isol Max	[500..3000000] ms	60000	Tempo de isolamento máximo
ReclaimTime	Tempo Confirmação	[100..300000] ms	500	Tempo de confirmação
MaxCBOpeningTime	Tempo Abertura Max	[10..1000] ms	300	Tempo máximo permitido para a manobra de abertura do disjuntor
MaxCBClosingTime	Tempo Fecho Max	[10..1800000] ms	300	Tempo máximo permitido para a manobra de fecho do disjuntor
MaxActionTime	Tempo Operação Max	[10..300000] ms	300	Tempo máximo após detecção do defeito em que a religação automática é permitida
MaxSyncTime	Tempo Sinc Máx	[0..60000] ms	500	Tempo máximo de espera pela verificação de sincronismo
ResetTime	Tempo Reset	[0..300000] ms	500	Tempo entre religação bem sucedida e pronta para religar
BlockedTime	Tempo Bloqueio	[0..300000] ms	1000	Tempo mínimo de bloqueio após um comando manual de fecho de disjuntor
CBReadyEval	Aval Disj Pronto	OFF / ANTES INICIAR / ANTES FECHAR / ANTES INICIAR E ANTES FECHAR	OFF	Avaliação da sinalização de disjuntor pronto
HighSpeedProtBlock	Bloq Prot Rápidas	OFF / SEMPRE / ANTES CICLO 2 / ANTES CICLO 3 / ANTES CICLO 4 / ANTES CICLO 5	OFF	Bloqueio de elementos de proteção de atuação rápida
ZoneSequenceCoord	Coordenação Seq Rel	OFF / ON	OFF	Coordenação de sequências de religação
ReclaimTimeCycleExt	Ext Cic Tempo Conf	[0..60000] ms	600	Extensão do tempo de confirmação para cada ciclo de religação durante a coordenação de sequências de religação
ReclaimTimeSequenceExt	Ext Seq Tempo Conf	[0..3000000] ms	3000	Extensão do tempo de confirmação da sequência de religação durante a coordenação de sequências de religação
MaxFrequentOperations	Máx Ops Freqs	[1..200]	1	Número máximo de operações frequentes
FrequentOperationsTime	Tempo Ops Freqs	[0..720] min	0	Tempo de monitorização de operações frequentes

5.25 VERIFICAÇÃO DE SINCRONISMO E DE PRESENÇA DE TENSÃO

5.25.1 INTRODUÇÃO

Antes de fecho de disjuntor, deve verificar-se primeiro se as duas seções da rede que serão reconectadas estão em condições de sincronismo, o que significa que a diferença entre os dois sinais de tensão em termos de amplitude, ângulo de fase e frequência está dentro das tolerâncias predefinidas. A falta de sincronismo entre os dois lados do disjuntor, tipicamente um barramento e uma linha (de um transformador), ou dois barramentos diferentes, pode comprometer seriamente a estabilidade do sistema quando o disjuntor é fechado.

A função Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão é responsável por assegurar que as seções de rede são síncronas no momento em que o disjuntor fecha. Se os sistemas são assíncronos, *i.e.*, se a frequência de erro entre estes é maior que a diferença de frequência máxima permitida, contudo dentro do valor limite, o comando de fecho pode ser emitido mesmo assim, desde que as medidas sejam tomadas para fechar os polos do disjuntor quando a tensão entre estes é quase zero. Nalgumas aplicações ou condições de operação, a função pode também ser usada para verificar se a linha (ou o barramento) é desligada antes de a religar.

Apesar de ser mais frequente aplicar a comandos de fecho manuais, incluindo controlos remotos, a função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão pode também ser usada com a função Religação Automática.

5.25.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão tem dois escalões completamente independentes, com diferentes gamas de parametrização, uma dedicada a comandos de fecho manuais e uma dedicada a comandos de fecho automáticos (incluindo as sequências de religação automáticas). Estes escalões podem ser independentemente ativados pela mudança de parâmetros (**ManOperation** e **AutoOperation**, respetivamente).

Os diferentes modos de operação, descritos abaixo, podem ser ativados separadamente pelo utilizador:

- ◆ Modo Verificação de Tensão;
- ◆ Modo de Verificação de Sincronismo;
- ◆ Modo Assíncrono;
- ◆ Modo Permissão Incondicional.

A função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão desempenha continuamente uma verificação de linha inativa/ ativa cujo modo de operação deve ser aplicado. As condições particulares definidas pelo utilizador para o modo de operação atual são depois verificadas para os dois escalões. Se se reunirem as condições adequadas, as sinalizações **ManRelease** ou **AutoRelease** são indicadas, o que permite comandos de fecho manuais ou automáticos, respetivamente.



As sinalizações **ManRelease** e **AutoRelease** devem ser usadas com a função integrada que gere o Controlo de Disjuntores (consultar a secção 5.29 - Controlo de Disjuntor). O mesmo é aplicado a comandos de religação automáticos (consultar a secção 5.24 - Religação Automática).

Dado que os sinais de permissão indicam continuamente a existência ou ausência de condições de sincronismo, podem também ser usados em interação com o dispositivo de religação externo ou podem auxiliar a sincronização manual.

Verificação de Tensão (Dead/ Live)

A função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão monitoriza continuamente os dois sinais de tensão, correspondentes a dois canais analógicos distintos, um ligado à entrada de função **U1** e outro ligado à entrada de função **U2**. Os canais analógicos podem ser associados tanto a tensões fase-terra ou fase, mono ou trifásicas. Apenas é necessário

que haja pelo menos uma fase entre os dois canais analógicos. A função seleciona automaticamente o sinal de tensão mais adequado para cálculos seguintes. A Tabela 5.80 apresenta todas as combinações possíveis.

Tabela 5.80. Sinais de Tensão de função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão.

Sinais de tensão disponíveis em U1 (ou U2)	Sinais de tensão disponíveis em U2 (ou U1)	Sinal de tensão usado para cálculo	Descrição
U _A , U _B , U _C	U _A , U _B , U _C	U _A	Se estiverem disponíveis as três tensões fase-terra
U _{AB} , U _{BC} , U _{CA}	U _{AB} , U _{BC} , U _{CA}	U _{AB}	Se estiverem disponíveis as três tensões fase-fase
U _X	U _A , U _B , U _C (ou apenas U _X)	U _X	Se estiver disponível apenas uma tensão fase-terra num dos lados do disjuntor
U _{XY}	U _A , U _B , U _C (ou U _X , U _Y apenas)	U _{XY}	Se estiver disponível uma tensão fase-fase num dos lados do disjuntor
U _{XY}	U _{AB} , U _{BC} , U _{CA} (ou U _{XY} apenas)	U _{XY}	

As duas tensões são verificadas continuamente de acordo com os dois limiares predefinidos, para determinar se o lado do disjuntor respetivo está energizado (live) ou não (dead).

A tensão **U1** (ou **U2**) é sinalizada como energizada, na saída da função **U1Live** (ou **U2Live**), quando:

- ◆ a amplitude da tensão medida é superior ao limiar definido no parâmetro correspondente **U1minLive** (ou **U2minLive**);
- ◆ a amplitude da tensão medida é inferior ao limiar de tensão máximo definido pelo parâmetro **Umax**;
- ◆ a frequência do sinal de tensão encontra-se numa gama de cerca de ± 3 Hz do valor da frequência nominal.

A tensão **U1** (ou **U2**) é sinalizada como não energizada na saída da função **U1Dead** (ou **U2Dead**), quando:

- ◆ a amplitude de tensão medida é inferior ao limiar definido no parâmetro correspondente **U1maxDead** (ou **U2maxDead**);
- ◆ não existe falha identificada no circuito de medição do transformador de tensão, ou seja, a entrada correspondente **VT1Fail** (ou **VT2Fail**) não está ativa.



De modo a distinguir entre secção não energizada do sistema e uma falha do transformador de tensão, a falha de TT deve ser associada à entrada de função correspondente (**VT1Fail** ou **VT2Fail**). Esta informação pode ser o resultado da função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão) ou a indicação de disjuntor do transformador de tensão que protege o transformador pode ser usada diretamente.

Os limiares *dead* e *live* são definidos em valores por unidade, relativamente à tensão nominal do TT primário: no caso de entradas de tensão fase-terra, aplica-se a fórmula (5.58); no caso de entradas de tensão fase-fase, deve ser antes usada a fórmula (5.59).

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \tag{5.58}$$

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r \tag{5.59}$$

Uma histerese incorporada abaixo de **U1minLive** (ou **U2minLive**) e acima de **U1maxDead** (ou **U2maxDead**) garante a estabilidade adequada das saídas de fu.

Modos de Verificação de Tensão

Se pelo menos um dos lados não está energizado, a função opera em modo Verificação de Tensão. Os comandos de fecho disjuntor pode ser permitidos em três condições diferentes. Cada um deles pode ser independentemente ativado pelo utilizador.

- ◆ **Dead U1 / Dead U2:** a permissão dos comandos de fecho manuais (ou automáticos) é sinalizada quando os dois lados não estão energizados (**U1Dead** e **U2Dead** estão ativos), se o parâmetro **ManDeadDeadMode** (ou **AutoDeadDeadMode**) está ativado.
- ◆ **Dead U1 / Live U2:** a permissão dos comandos de fecho manuais (ou automáticos) é sinalizada quando o lado 1 não está energizado e o lado 2 está energizado (**U1Dead** e **U2Live** estão ativos), se o parâmetro **ManDeadLiveMode** (ou **AutoDeadLiveMode**) está ativado.
- ◆ **Live U1 / Dead U2:** a permissão dos comandos de fecho manuais (ou automáticos) é sinalizada quando o lado 2 não está energizado e o lado 1 está energizado (**U1Live** e **U2Dead** está ativo), se o parâmetro **ManLiveDeadMode** (ou **AutoLiveDeadMode**) está ativado.

A função sinaliza a indicação de permissão para qualquer um dos três modos de operação descritos se as condições correspondentes são estáveis durante mais que um período predefinido. Este tempo de confirmação pode ser independentemente definido para comandos de fecho manual (parâmetro **ManConfirmTime**) e automático (parâmetro **AutoConfirmTime**).

Modo de Verificação de Sincronismo

Se os dois lados do disjuntor são energizados e síncronos (*i.e.* a diferença de frequência entre as tensões **U1** e **U2** é muito pequena) a função opera em modo de Verificação de Sincronismo. Para além da verificação de tensão energizada, a função supervisiona a diferença em amplitude, ângulo de fase e frequência entre dois sinais de tensão. Este modo pode ser independentemente ativado para comandos de fecho manual (parâmetro **ManLiveLiveMode**) ou automático (parâmetro **AutoLiveLiveMode**). Neste modo, a permissão é sinalizada quando:

- ◆ os dois lados são energizados (**U1Live** e **U2Live** estão ativos);
- ◆ a diferença de amplitude entre tensões **U1** e **U2** é inferior ao parâmetro **ManMaxMagDiff** (comandos manuais) ou **AutoMaxMagDiff** (comandos automáticos);
- ◆ a diferença de frequência entre tensões **U1** e **U2** é inferior ao parâmetro **ManMaxSyncFreqDiff** (comandos manuais) ou **AutoMaxSyncFreqDiff** (comandos automáticos).

A função sinaliza a indicação de permissão se as condições acima forem estáveis por mais que um período predefinido. Este tempo de confirmação é o mesmo que para o modo de Verificação de Tensão e pode ser definido independentemente para comandos de fecho manuais (parâmetro **ManConfirmTime**) e automáticos (parâmetro **AutoConfirmTime**).

A função sinaliza adicionalmente que limiares foram excedidos, permitindo uma supervisão contínua de condições de tensão no disjuntor e garantindo um motivo detalhado para bloqueio e fecho do disjuntor.

- ◆ **ManMagDiffInd** (ou **AutoMagDiffInd**) é sinalizado se a diferença de amplitude entre **U1** e **U2** é excedido para comandos manuais (ou automáticos);
- ◆ **ManMagAngleDiffInd** (ou **AutoAngleDiffInd**) é sinalizado se a diferença de ângulo de fase entre **U1** e **U2** é excedido para comandos manuais (ou automáticos);
- ◆ **ManFreqDiffInd** (ou **AutoFreqDiffInd**) é sinalizado se a diferença de frequência entre **U1** e **U2** é excedido para comandos manuais (ou automáticos).

Modo Assíncrono

Se as duas redes desligadas não podem ser consideradas como síncronas, ou seja, se a diferença de frequência é maior que **ManMaxSyncFreqDiff** (comandos manuais) ou **AutoMaxSyncFreqDiff** (comandos automáticos), o modo de operação anterior não pode ser aplicado, porque haverá uma variação rápida de ângulo de fase entre os dois sinais de tensão.

Um modo de operação especial pode ser ativado para gerir estas condições particulares. No modo Assíncrono, o comando de fecho é dado em antecipação do momento em que as condições de sincronismo são alcançadas, considerando o tempo de fecho do disjuntor.

Este modo pode ser ativado para comandos de fecho manuais (parâmetro **ManAsyncOperation**) ou automático (parâmetro **AutoAsyncOperation**). O modo de Verificação de Sincronismo deve também ser ativado. Neste modo, a permissão é sinalizada quando:

- ◆ Os dois lados estão energizados (**U1Live** e **U2Live** estão ativos);

- ◆ A diferença de amplitude entre tensões **U1** e **U2** é inferior ao parâmetro **ManMaxMagDiff** (comandos manuais) ou **AutoMaxMagDiff** (comandos automáticos);
- ◆ A diferença de frequência entre tensões **U1** e **U2** é maior que o parâmetro **ManMaxSyncFreqDiff** (comandos manuais) ou **AutoMaxSyncFreqDiff** (comandos automáticos).
- ◆ A diferença de frequência entre tensões **U1** e **U2** é inferior ao parâmetro **ManMaxAsyncFreqDiff** (comandos manuais) ou **AutoMaxAsyncFreqDiff** (comandos automáticos);
- ◆ A diferença de ângulo de fase entre tensões **U1** e **U2** no momento em que os polos de disjuntor é inferior ao parâmetro **ManMaxAngleDiff** (comandos manuais) ou **AutoMaxAngleDiff** (comandos automáticos). A função determina o intervalo de tempo adequado para permitir o comando de fecho baseado no tempo de fecho do disjuntor e na taxa de variação do ângulo de fase calculada a partir do erro de frequência e respetiva taxa de variação (como indicado pela Figura 5.32).

A função está pronta para operar corretamente em diferenças de frequência de até 2 Hz.

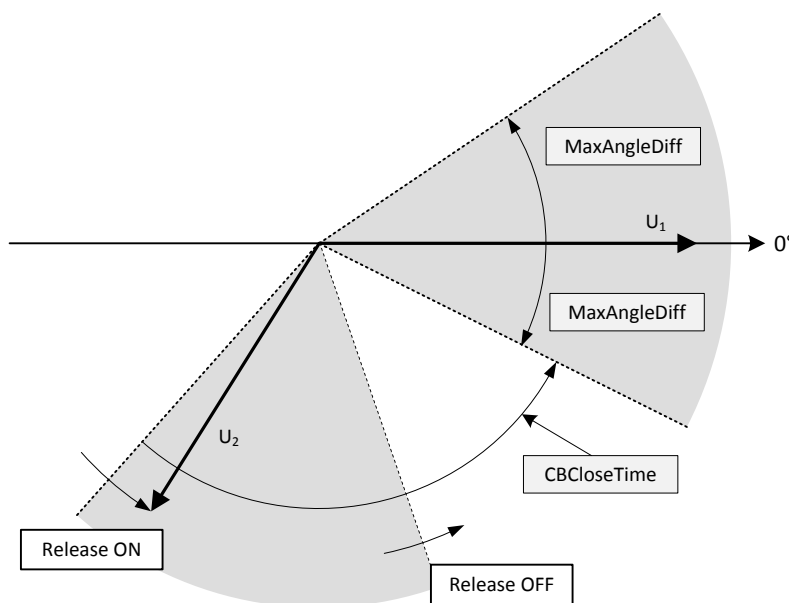


Figura 5.32. Modo assíncrono.

O tempo de fecho do disjuntor é definido no parâmetro **ManCBCloseTime** (comandos manuais) e **ManCBCloseTime** (comandos automáticos).

Modo Permissão Incondicional

Para complementar os modos anteriores, existe uma opção adicional para incondicionalmente desarmar os comandos de fecho manuais ou automáticos. A função oferece duas entradas separadas para este objetivo, uma para comandos de fecho manuais (**ManUncRelease**) e outra para comandos de fecho automáticos (**AutoUncRelease**). Estas entradas podem ser associadas a qualquer condição definida pelo utilizador.

Enquanto a entrada **ManUncRelease** está ativa, as condições de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão para comandos de fecho manuais não são avaliadas e a indicação de permissão correspondente é sinalizada permanentemente. O mesmo acontece para comandos de fecho automáticos se a entrada **AutoUncRelease** está ativa. A operação do escalão de função respetiva terá de ser ativada.



O modo de permissão incondicional da função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão pode ser usado, por exemplo, para desarmar automaticamente todos os comandos de fecho quando o disjuntor está em teste e isolado do resto do sistema de energia. Neste caso, **ManUncRelease** e **AutoUncRelease** devem ser obtidos a partir da condição lógica que combina o estado dos órgãos de corte associados.

Medidas

A função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão calcula também as medidas de amplitude, ângulo de fase e diferença de frequência entre tensões **U1** e **U2**. Estas medidas correspondem às saídas da função **MagDiff**, **AngleDiff** e **FreqDiff**, respetivamente.

Estão disponíveis na HMI local, no servidor web embebido, ou através de protocolo de comunicação, assim podem ser usados para verificação manual de condições de sincronismo, em vez de sinais de permissão geradas automaticamente pela função.

Condições de Bloqueio

A função garante uma entrada de bloqueio individual para cada um dos escalões de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão (**BlockMan** e **BlockAuto**, para comandos de fecho manuais ou automáticos, respetivamente). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A condição de bloqueio é sinalizada de acordo com a saída do escalão correspondente (**ManBlocked** e **AutoBlocked**). Enquanto estiver bloqueada, a indicação respetiva de permissão não é sinalizada, independentemente de as condições de tensão serem reunidas. O modo de bloqueio anula o modo de permissão incondicional.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe canais analógicos associados às entradas **U1** ou **U2**;
- ◆ Não existem fases em comum entre os canais analógicos associados às entradas **U1** e **U2** (e.g., **U1** é fase A para sinal de tensão terra e **U2** é fase B para sinal de tensão C);
- ◆ Os valores nominais primários das tensões de entrada **U1** e **U2** são diferentes.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.25.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.81 e Tabela 5.82, respetivamente.

Tabela 5.81. Entradas da função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U1	U1	ANL CAN	-	Tensão lado 1
U2	U2	ANL CAN	-	Tensão lado 2
BlockMan	Bloqueio Manual	DIG	2	Bloqueio da função para comandos manuais
BlockAuto	Bloqueio Automático	DIG	2	Bloqueio da função para comandos automáticos
VT1Fail	Falha TT 1	DIG	2	Falha do transformador de tensão 1
VT2Fail	Falha TT 2	DIG	2	Falha do transformador de tensão 2
ManUncRelease	Perm Incond Man	DIG	2	Permissão incondicional para comandos manuais
AutUncRelease	Perm Incond Aut	DIG	2	Permissão incondicional para comandos automáticos

Tabela 5.82. Saídas da função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão da configuração da função
ManBehavior	Modo de Operação Man	INT	-	Modo de operação para comandos manuais
AutoBehavior	Modo de Operação Aut	INT	-	Modo de operação para comandos automáticos
Health	Condição	INT	-	Condição da função
ManBlocked	Bloqueado Man	DIG	-	Função bloqueada para comandos manuais
AutoBlocked	Bloqueado Aut	DIG	-	Função bloqueada para comandos automáticos
ManRelease	Permissão Man	DIG	-	Permissão de fecho para comandos manuais
AutoRelease	Permissão Aut	DIG	-	Permissão de fecho para comandos automáticos
ManMagDiffInd	Ind Dif Amp Man	DIG	-	Indicação de máxima diferença de amplitude para comandos manuais excedida
ManAngleDiffInd	Ind Dif Ang Man	DIG	-	Indicação de máxima diferença de fase para comandos manuais excedida
ManFreqDiffInd	Ind Dif Freq Man	DIG	-	Indicação de máxima diferença de frequência para comandos manuais excedida
AutoMagDiffInd	Ind Dif Amp Aut	DIG	-	Indicação de máxima diferença de amplitude para comandos automáticos excedida
AutoAngleDiffInd	Ind Dif Ang Aut	DIG	-	Indicação de máxima diferença de fase para comandos automáticos excedida
AutoFreqDiffInd	Ind Dif Freq Aut	DIG	-	Indicação de máxima diferença de frequência para comandos automáticos excedida
U1Live	Lado 1 Em Tensão	DIG	-	Lado 1 em tensão
U1Dead	Lado 1 Sem Tensão	DIG	-	Lado 1 sem tensão
U2Live	Lado 2 Em Tensão	DIG	-	Lado 2 em tensão
U2Dead	Lado 2 Sem Tensão	DIG	-	Lado 2 sem tensão
MagDiff	Dif Amp	ANL	-	Diferença de amplitude
FreqDiff	Dif Freq	ANL	-	Diferença de frequência
AngleDiff	Dif Ang	ANL	-	Diferença de fase

5.25.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.83.

Tabela 5.83. Parâmetros da função de Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
U1maxDead	U1max Sem Tensão	$[0.05..0.8] \times U_r$	0.2	Limiar de tensão máximo do lado 1 para o considerar sem tensão
U1minLive	U1min Em Tensão	$[0.2..1.2] \times U_r$	0.8	Limiar de tensão mínimo do lado 1 para o considerar em tensão
U2maxDead	U2max Sem Tensão	$[0.05..0.8] \times U_r$	0.2	Limiar de tensão máximo do lado 2 para o considerar sem tensão
U2minLive	U2min Em Tensão	$[0.2..1.2] \times U_r$	0.8	Limiar de tensão mínimo do lado 2 para o considerar em tensão
Umax	Umax	$[0.5..1.5] \times U_r$	1.1	Limiar de tensão máximo
ManOperation	Operação Man	OFF / ON	OFF	Operação para comandos manuais
ManAsyncOperation	Operação Assínc Man	OFF / ON	OFF	Operação para comandos manuais em redes assíncronas
ManMaxMagDiff	Max Dif Amp Man	$[0.01..0.5] \times U_r$	0.05	Máxima diferença de amplitude para comandos manuais
ManMaxSyncFreqDiff	Dif Freq Man Sínc	$[0.01..1.0]$ Hz	0.02	Máxima diferença de frequência para comandos manuais em redes síncronas
ManMaxAsyncFreqDiff	Dif Freq Man Assínc	$[0.02..2.0]$ Hz	0.2	Máxima diferença de frequência para comandos manuais em redes assíncronas
ManMaxAngleDiff	Max Dif Ang Man	$[2.0..80.0]$ °	20.0	Máxima diferença de fase para comandos manuais
ManDeadDeadMode	Modo Desl Desl Man	OFF / ON	OFF	Operação lado 1 sem tensão, lado 2 sem tensão para comandos manuais
ManDeadLiveMode	Modo Desl Lig Man	OFF / ON	OFF	Operação lado 1 sem tensão, lado 2 em tensão para comandos manuais
ManLiveDeadMode	Modo Lig Desl Man	OFF / ON	OFF	Operação lado 1 em tensão, lado 2 sem tensão para comandos manuais
ManLiveLiveMode	Modo Lig Lig Man	OFF / ON	OFF	Operação lado 1 em tensão, lado 2 em tensão para comandos manuais
ManConfirmTime	Tempo Confirm Man	$[0..60000]$ ms	100	Tempo de confirmação para comandos manuais
ManCBCloseTime	Tempo Fecho Dis Man	$[10..500]$ ms	100	Tempo de fecho do disjuntor para comandos manuais
AutoOperation	Operação Aut	OFF / ON	OFF	Operação para comandos automáticos

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
AutoAsyncOperation	Operação Assínc Aut	OFF / ON	OFF	Operação para comandos automáticos em redes assíncronas
AutoMaxMagDiff	Max Dif Amp Aut	$[0.01..0.5] \times U_r$	0.05	Máxima diferença de amplitude para comandos automáticos
AutoMaxSyncFreqDiff	Dif Freq Aut Sínc	$[0.01..1.0]$ Hz	0.02	Máxima diferença de frequência para comandos automáticos em redes síncronas
AutoMaxAsyncFreqDiff	Dif Freq Aut Assínc	$[0.02..2.0]$ Hz	0.2	Máxima diferença de frequência para comandos automáticos em redes assíncronas
AutoMaxAngleDiff	Max Dif Aut Man	$[2.0..80.0]$ °	20.0	Máxima diferença de fase para comandos automáticos
AutoDeadDeadMode	Modo Desl Desl Aut	OFF / ON	OFF	Operação lado 1 sem tensão, lado 2 sem tensão para comandos automáticos
AutoDeadLiveMode	Modo Desl Lig Aut	OFF / ON	OFF	Operação lado 1 sem tensão, lado 2 em tensão para comandos automáticos
AutoLiveDeadMode	Modo Lig Desl Aut	OFF / ON	OFF	Operação lado 1 em tensão, lado 2 sem tensão para comandos automáticos
AutoLiveLiveMode	Modo Lig Lig Aut	OFF / ON	OFF	Operação lado 1 em tensão, lado 2 em tensão para comandos automáticos
AutoConfirmTime	Tempo Confirm Aut	$[0..60000]$ ms	100	Tempo de confirmação para comandos automáticos
AutoCBCloseTime	Tempo Fecho Dis Aut	$[10..500]$ ms	100	Tempo de fecho do disjuntor para comandos automáticos

5.26 BLOQUEIO DE FECHO DO DISJUNTOR

5.26.1 INTRODUÇÃO

Existem várias condições de operação para as quais o fecho do disjuntor não deve ser permitido e deverá ser bloqueado.

Alguns equipamentos, tais como os transformadores de potência ou os cabos subterrâneos, não devem voltar a ser ligados após um defeito interno, porque normalmente está associada uma falha de isolamento e o equipamento deverá ser reparado antes de voltar a funcionar. Nestes casos, será necessário um bloqueio de fecho permanente. Deverá ser manual após a confirmação que o defeito foi removido.

No entanto, noutras circunstâncias, o bloqueio do disjuntor pode durar apenas o intervalo de tempo em que a condição de defeito se verifica e poderá ser automaticamente removido depois. É o caso, por exemplo, das condições de operação de sobrecarga excessiva: após desligar o equipamento, ele poderá ser ligado novamente assim que a temperatura cair abaixo de um determinado nível e rearme.

Por último, poderá ser fundamental bloquear a operação de fecho do disjuntor durante um intervalo de tempo específico após a abertura. Normalmente acontece para baterias de condensadores, que deverão ser desligadas do sistema de energia durante um determinado tempo, de modo a assegurar que descarregaram completamente antes de serem religadas.

A utilização de interruptores e botões de controlo adicionais no armário de comando, com o objetivo de implementar o bloqueio de fecho do disjuntor, poderá ser evitado integrando a função de Bloqueio na TPU S430.

5.26.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

São suportados três mecanismos para bloquear automaticamente as operações de fecho do disjuntor: um bloqueio modo *latched*; um bloqueio em modo *unlatched* e um modo temporizado. Cada um deles poderá ser associado a diferentes condições internas ou externas. Os três mecanismos podem ser usados em simultâneo. A sinalização de bloqueio resultante (saída da função **Locked**) é o OU lógico das três condições de bloqueio diferentes.



A saída **Locked** deve ser associada à entrada **BlockClose** das funções que gerem os respetivos disjuntores (consultar as secções 5.29 - Controlo de Disjuntor e 5.30 - Supervisão de Disjuntor), para que qualquer comando de fecho seja imediatamente rejeitado e a causa da rejeição reportada.

Para segurança acrescida, a negação lógica da saída da função **Locked** poderá ser associada a uma saída digital normalmente fechada. Para além de permitir um bloqueio mecânico da operação do disjuntor, isto assegura o bloqueio ativo mesmo quando a TPU S430 está desligada.

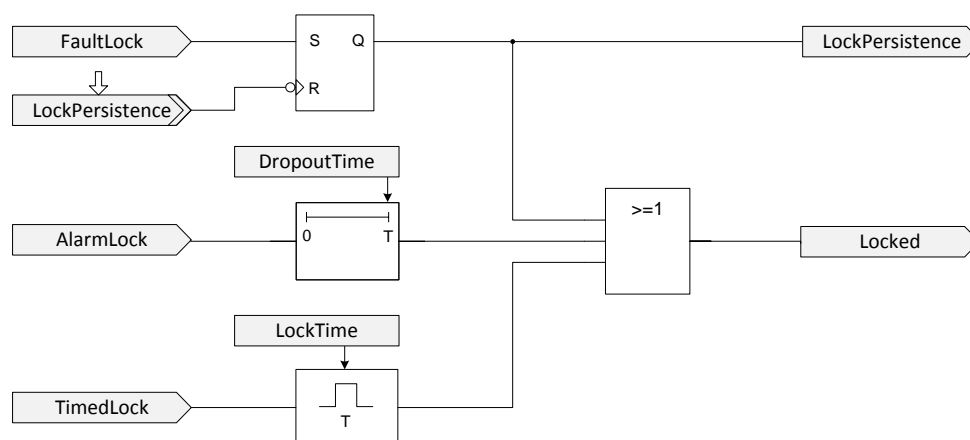


Figura 5.33. Esquema lógico de bloqueio.

Bloqueio modo *latched*

O bloqueio em modo *latched* é um bloqueio persistente de operações de fecho do disjuntor que, assim que disparado, só poderá ser cancelado através do comando do utilizador. Está normalmente associado a uma condição de defeito permanente que requer intervenção do utilizador.

As condições de ativação correspondentes deverão ser associadas à entrada da função **FaultLock**. Quando este bloqueio está ativo, o seu estado é também sinalizado na saída da função **LockPersistence**. A informação é mantida em memória não-volátil, evitando a sua perda em caso de reinício do dispositivo.

A condição de bloqueio só poderá ser manualmente reiniciada pelo controlo do utilizador sobre a entidade **LockPersistence**. O comando de controlo só será aceite se a condição de defeito deixar de existir.

Bloqueio modo *unlatched*

Ao contrário do mecanismo anterior, o bloqueio *unlatched* é um bloqueio transitório das operações de fecho do disjuntor, mantendo-se ativo enquanto a condição de defeito que disparou continuar. As condições de ativação correspondentes deverão ser associadas à entrada da função **AlarmLock**. Um tempo de extensão adicional poderá ser ajustado pelo utilizador no parâmetro **DropoutTime**, atrasando a reposição da condição de bloqueio após o defeito ser eliminado. Este bloqueio pode ser definido opcionalmente para zero, neste caso o rearme será instantâneo.

Bloqueio Temporal

Esta opção garante um bloqueio de fecho que, assim que iniciado, permanece ativo durante um intervalo de tempo pré-determinado, independentemente da condição que o originou. Este tempo pode ser definido pelo utilizador (parâmetro **LockTime**). As condições de ativação correspondentes devem ser associadas à entrada de função **TimedLock**.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ As entradas **FaultLock**, **AlarmLock** e **TimedLock** forem todas desligadas.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.26.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.84 e Tabela 5.85, respetivamente.

Tabela 5.84. Entradas da função de Bloqueio de Fecho do Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
FaultLock	Nível Defeito	DIG	32	Bloqueio persistente
AlarmLock	Nível Alarme	DIG	32	Bloqueio transitório
TimedLock	Bloq Temporizado	DIG	32	Bloqueio temporizado

Tabela 5.85. Saídas da função de Bloqueio de Fecho do Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Locked	Bloqueado	DIG	-	Indicação de bloqueio

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
LockPersistence	Bloq Persistente	DIG CTRL	Sim	Indicação de bloqueio persistente

5.26.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.86.

Tabela 5.86. Parâmetros de função de bloqueio.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
LockTime	Tempo Bloqueio	[1..3600] s	10	Duração do bloqueio temporizado
DropoutTime	Tempo Rearme	[0..3600] s	0	Tempo de rearme do bloqueio transitório

5.27 SUPERVISÃO DOS TRANSFORMADORES DE TENSÃO

5.27.1 INTRODUÇÃO

Os Transformadores de Tensão estão sujeitos a defeitos internos como qualquer outro componente dos sistemas de energia. Terão de ser desligados se tal acontecer, portanto são habitualmente protegidos por dispositivos, sejam disjuntores dos transformadores de tensão ou um conjunto de três fusíveis, um por fase.

O defeito interno e posterior abertura do respetivo dispositivo de proteção implica uma perda súbita de potencial numa ou mais fases em todos os dispositivos de medição e relés de proteção ligados ao TT secundário. Esta condição pode levar a disparo incorreto de várias funções de proteção, tais como Proteção de Distância e Mínimo de Tensão, ou outras funções que detetam assimetrias no sistema, como Máximo de Tensão Residual ou de Sequência Inversa.

A função de Supervisão de TT é responsável pela monitorização de sinais de tensão e pela verificação de credibilidade, de modo a identificar possíveis falhas e bloquear instantaneamente o disparo dos elementos de proteção. Dependendo do tipo de dispositivo de proteção aplicado aos transformadores de tensão, podem ser necessários métodos diferentes para garantir a deteção de todos os defeitos possíveis.

5.27.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Supervisão de Transformadores de Tensão executa dois algoritmos distintos em paralelo: um detetor instantâneo de defeitos TT usado para bloqueio de funções de proteção, e uma função de monitorização adicional e independente, com o objetivo principal de verificar medidas de tensão e ligações. A função pode ser ativada pela mudança de parâmetros (parâmetro **Operation**).

A Função de Supervisão de Transformadores de Tensão instantânea é executada com elevada prioridade, para que seja capaz de bloquear os escalões de proteção de disparo. Estão disponíveis métodos distintos para deteção de falhas nos circuitos de medição de tensão quase instantaneamente. São todos executados em paralelo pela TPU S430. A saída de função **VTFail** é sinalizada sempre que qualquer um dos critérios detetar uma falha de TT. Se não houver sinais de corrente trifásica associados à entrada **I**, os únicos critérios avaliados para supervisão de TT instantâneos é a supervisão de estado de disparo de disjuntor dos transformadores de tensão.

Supervisão do Estado de Disparo do Disjuntor dos Transformadores de Tensão

O estado dos disjuntores dos Transformadores de Tensão (MCB) deve ser monitorizado, se possível, pela Função de Supervisão de Transformadores de Tensão. Para tal, o contacto auxiliar correspondente ao estado de abertura do MCB tem de ser associado à entrada de função **MCBOpen**. Se o MCB for detetado aberto, a função sinaliza imediatamente uma falha de TT.

Todos os defeitos de TT são abrangidos por este método. No entanto, não é aplicável se o TT é protegido por fusíveis. Deve também ser considerado o atraso associado ao contacto auxiliar.



De modo a bloquear o disparo instantâneo de funções de proteção, a entrada digital associada ao estado do MCB deverá ter configurado um tempo de confirmação das alterações de estado muito baixo.

Deteção de Defeitos Assimétricos do TT

Os defeitos assimétricos estão intimamente relacionados com a perda de potencial em apenas uma ou duas fases, quando os transformadores de medição são protegidos por fusíveis. Estes defeitos levam a uma assimetria no sistema de tensão trifásica, o que não corresponde a uma assimetria equivalente no sistema de correntes trifásicas, porque não estão associados a um defeito do sistema de energia, mas apenas a falhas nos transformadores de medição de tensão.

Este método monitoriza continuamente as componentes negativas e homopolar obtidas a partir dos três sinais de tensão e corrente, associadas a dois canais analógicos ligados às entradas de função **U** e **I**, respetivamente.

Uma falha será sinalizada se se reunir pelo menos uma das duas condições seguintes (a primeira só poderá ser avaliada se os três sinais de tensão fase-terra forem associados à entrada **U**):

- ◆ A amplitude da tensão de sequência homopolar é maior que o limiar definido no parâmetro **UresOp** e ao mesmo tempo a amplitude da corrente de sequência homopolar é menor que o nível correspondente **IresOp**;
- ◆ A amplitude da tensão de sequência negativa é maior que o limiar definido pelo parâmetro **U2Op** e ao mesmo tempo a amplitude da corrente de sequência negativa é menor que o nível correspondente **I2Op**.

Os limiares de arranque são definidos em valores por unidade, relativos à tensão (ou corrente) nominal do TT (ou TI) primário.

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.60)$$

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.61)$$

De modo a avaliar a ausência de assimetrias nas correntes de fase, este método só poderá ser aplicado se a grandeza de pelo menos uma das correntes de fase for maior que o limiar mínimo definido no parâmetro **Imin**.

Após a falha de TT ser sinalizada, e enquanto a temporização definida pelo parâmetro **LatchTime** estiver a funcionar, a condição de bloqueio poderá ser automaticamente reiniciada se for detetada alguma assimetria, entretanto (de acordo com os níveis **IresOp** e **I2Op**). Após este tempo, a condição de bloqueio é ligada e só poderá ser reiniciada quando a assimetria nos três sinais de tensão for eliminada.

Deteção de Defeitos Simétricos do TT

O critério anterior não será mais aplicável no caso de falhas simétricas do transformador de tensão, quando as três tensões fase-terra caírem em simultâneo, o que é a regra geral se o TT estiver protegido pelo MCB. Como alternativa, a Função de Supervisão de Transformadores de Tensão oferece um método adicional especialmente ajustado a defeitos simétricos.

No caso de defeito trifásico franco, os três sinais de tensão fase-terra serão muito baixos. No entanto, é suposto que a corrente de curto-circuito seja muito alta em todas as três fases, e, como consequência existe uma variação maior na grandeza da corrente simultânea à queda da tensão. Este facto permite a discriminação dos defeitos trifásicos dos defeitos do transformador de tensão, em que não há variação da grandeza da corrente. Na maioria das vezes, este método garante uma resposta mais rápida que a supervisão do disparo do MCB porque depende apenas de sinais analógicos.

Para tal, a Função de Supervisão de Transformadores de Tensão verifica continuamente se as amplitudes da tensão fase-terra estão abaixo do limiar definido no parâmetro **Umin**. Se esta condição se verificar e simultaneamente a variação na amplitude de corrente é menor que o parâmetro **Ivar**, o TT é declarado como em defeito e a saída **VTFail** é sinalizada. Se, pelo contrário, a variação de corrente é maior que **Ivar** ao mesmo tempo que a tensão cai, o defeito do sistema é declarado e a Função de Supervisão de Transformadores de Tensão não opera.



O limiar de variação de corrente (parâmetro **Ivar**) é comparado com: a variação na amplitude de corrente para o último sistema de energia, para condições estáveis; ou a variação entre a amplitude de corrente entre o último estado estável e o novo estado estável, para transições do sistema abruptas.

Como no critério anterior, este método só pode ser aplicado se a amplitude de pelo menos uma corrente de fase é superior ao limiar mínimo definido no parâmetro **Imin**.

Monitorização de Medidas de Tensão

Uma função de monitorização adicional está disponível para verificação de baixa prioridade das ligações de TT e medidas de tensão. Pode ser ativado no parâmetro **MeasEvaluation**.

Os três sinais de tensão são continuamente verificados para polaridade ou erros de sequência de fase. Se for detetada inversão de polaridade em qualquer uma das tensões, a saída **PolarityFail** será sinalizada. Mas, se for detetado um erro de sequência de fase, por exemplo, se duas tensões forem trocadas, a saída **SequenceFail** é sinalizada. Estas indicações são sempre sinalizadas após uma temporização definida pelo parâmetro **EvaluationTime**.

Além disso, é feita uma verificação de perda de tensão e um alarme é sinalizado se a linha for ligada e não estiverem disponíveis as medidas de tensão. Isto é particularmente importante se os transformadores de tensão são ligados no lado da linha do disjuntor. Se a amplitude de corrente é maior que **Imin** em pelo menos uma das fases e a amplitude de três tensões fase-terra é menor que o parâmetro **Umin**, a saída de função **VoltAbsence** é sinalizada após um tempo de confirmação definido no parâmetro **EvaluationTime**.

A monitorização é bloqueada durante uma condição de defeito, *i.e.* se houver arranque da função de proteção, porque as regras implementadas são válidas apenas para condições de carga equilibradas. Para tal, o arranque de funções de proteção independentes ou escalões devem ser associados à entrada **FuncPickup**.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde ao grupo de três sinais de tensão fase-terra ou pelo menos dois sinais de tensão fase-fase;

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para estado Aviso se:

- ◆ O canal analógico associado à entrada **I** não corresponde a um grupo de três sinais de corrente de fase, neste caso, os critérios de deteção de falha de TT simétrica e assimétrica não são avaliados.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.27.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.87 e Tabela 5.88, respetivamente.

Tabela 5.87. Entradas da Função de Supervisão de Transformadores de Tensão.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes de referência
U	U	ANL CAN	-	Tensões supervisionadas
OpenPole	Pólo Aberto	DIG	2	Pólo aberto
MCBOpen	Disj TT Aberto	DIG	2	Disjuntor dos transformadores de tensão aberto
FuncPickup	Arranque Funções	DIG	32	Arranque das funções de proteção

Tabela 5.88. Saídas da Função de Supervisão de Transformadores de Tensão.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo de Operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
VTFail	Falha TT	DIG	-	Falha dos transformadores de tensão
VoltAbsence	Ausência Tensão	DIG	-	Indicação de ausência de tensão
PolarityFail	Falha Polaridade	DIG	-	Indicação de falha de polaridade
SequenceFail	Falha sequência	DIG	-	Indicação de falha na sequência de fases

5.27.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.89.

Tabela 5.89. Parâmetros da Função de Supervisão de Transformadores de Tensão.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
UresOp	UresOp	$[0.01..1.0] \times U_r$	0.2	Limiar operacional da tensão residual
IresOp	IresOp	$[0.05..1.0] \times I_r$	0.2	Limiar operacional da corrente residual
U2op	U2op	$[0.01..1.0] \times U_r$	0.2	Limiar de operação da corrente residual
I2op	I2op	$[0.05..1.0] \times I_r$	0.2	Limiar de operação da tensão de sequência inversa
LatchTime	Tempo Confirmação	[1000..20000] ms	2000	Tempo de confirmação para detecção de assimetria
Umin	Umin	$[0.01..1.0] \times U_r$	0.05	Mínima tensão trifásica
Ivar	Ivar	$[0.03..1.0] \times I_r$	0.1	Variação máxima da corrente de fase
MeasEvaluation	Avaliação Medida	OFF / ON	OFF	Avaliação da medida ativa
EvaluationTime	Tempo Avaliação	[1000..60000] ms	3000	Tempo de avaliação
Imin	Imin	$[0.05..1.0] \times I_r$	0.2	Corrente mínima em pelo menos uma fase

5.28 SUPERVISÃO DOS TRANSFORMADORES DE CORRENTE

5.28.1 INTRODUÇÃO

O mau funcionamento nos circuitos de aquisição de sinal de corrente, por exemplo um transformador de corrente aberto ou em curto-circuito, pode levar a um disparo incorreto de várias funções de proteção, tais como Proteções de Proteção de Diferencial que deteta assimetrias no sistema, como Máximo de Corrente de Sequência Inversa ou Defeitos Terra. A função de Supervisão de TI é responsável pela monitorização de sinais de corrente e por verificar a sua credibilidade para identificar falhas possíveis e bloquear instantaneamente o disparo de elementos de proteção selecionados.

Por outro lado, um circuito aberto num dos transformadores de corrente irá causar tensões extremamente altas no circuito secundário. Tendo isto em conta, e dado que as funções de proteção serão bloqueadas, pode ser preferível desligar o TI do sistema após um período determinado impedindo outros danos.

5.28.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Supervisão dos TI executa dois algoritmos em paralelo: um detetor instantâneo de defeitos do TI usados para funções de proteção de bloqueio e uma função de monitorização independente, com o objetivo de verificar medidas de corrente e ligações. A função pode ser ativada pela mudança de parâmetros (parâmetro **Operation**).

Deteção de Falhas TI

A função de Supervisão de TI implementa vários critérios que permitem a deteção de falhas nos circuitos de medição de corrente quase instantaneamente. A função é executada com elevada prioridade, assim é capaz de bloquear escalões de disparo instantâneos de outras funções. A função é baseada na deteção de assimetrias nas correntes supervisionadas e na diferença entre estas e o sinal de referência.

Para este objetivo, a função de Supervisão de TI monitoriza continuamente a corrente residual, o que corresponde a três vezes a corrente de sequência homopolar. Pode ser obtida a partir da soma interna de três sinais de corrente de fase que estão a ser supervisionadas, associadas a um canal analógicos ligado à entrada da função I.

$$\bar{I}_{res} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (5.62)$$

A corrente residual é então comparada com o sinal de corrente de referência. Uma corrente de neutro independente, ligada à entrada **Iref**, fornece uma sinalização adequada para comparação com correntes supervisionadas. Em opção, um conjunto independente de três sinais de corrente de fase, associadas a um canal analógico ligado à entrada **Iref** pode ser usado, em qualquer caso, a corrente residual correspondente será usada como sinal de referência.

Será sinalizada uma falha se a amplitude da corrente residual supervisionada é maior que o limiar definido no parâmetro **IresOp** e a amplitude da corrente de referência é menor que o nível correspondente **IresRef**. A relação entre a corrente residual supervisionada e a corrente de sequência positiva deverá ser maior que 0,8, de acordo com a Figura 5.34, de forma a estabilizar a operação da função contra erros causados pela saturação do TI no caso de grandes correntes de defeito.

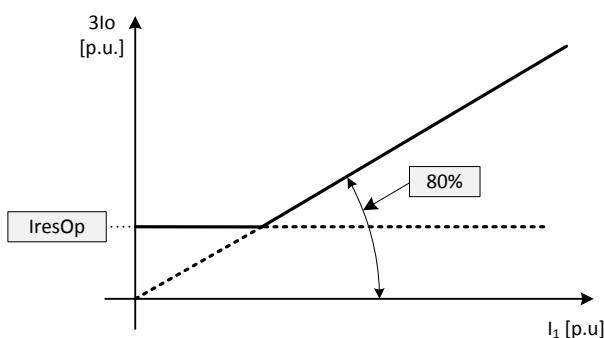


Figura 5.34. Característica operacional de deteção de falha de TI.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativos à corrente nominal do TI primário.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.63)$$

Em alternativa, as correntes supervisionadas podem ser verificadas para consistência de sinal de tensão residual, obtida a partir da soma interna de três sinais de tensão fase-terra, ou de um transformador de tensão independente com ligação em triângulo aberto, ligado à entrada da função **Uref**. Neste caso, a falha de TI pode ser sinalizada se a amplitude da corrente residual reunir as condições definidas pela característica na Figura 5.34 e a amplitude da tensão de referência é menor que o nível correspondente **UresRef**.

A função de Supervisão de TI irá seguir dois métodos (comparação com sinais de corrente e tensão de referência) se as duas entradas **Iref** e **Uref** forem associadas a algum canal analógico.

Se a falha for identificada pelos critérios de corrente de referência, a **CurrentRefFail** será sinalizada. Por outro lado, se a falha for identificada pelo critério de tensão, a **VoltageRefFail** será sinalizada. Nos dois casos, a saída **CTFail** irá indicar uma falha de TI e terá de ser usada para bloquear os escalões de proteção selecionados. Para além disso, se **CTFail** estiver ativo após uma temporização definida (no parâmetro **SupTime**), a saída da função **CTFailAlarm** será também sinalizada. Este alarme pode ser usado, por exemplo, para disparo no caso de uma condição perigosa de defeito do TI.

Deteção de Falha de TI para Falhas Simétricas

Se todas as fases forem desperdiçadas ao mesmo tempo, as assimetrias não serão detetadas impedindo o critério anterior de operar. Pode ser também ativado um algoritmo de falha assimétrica no parâmetro **Fail3PhOp** para detetar esta situação. É raro, no entanto, mesmo se todos os cabos forem eliminados é provável que as assimetrias sejam detetadas temporariamente fazendo com que os critérios de assimetria arranquem.

É necessário para este algoritmo que pelo menos uma das referências seja ligada e que usará todas as referências disponíveis para detetar a falha.

O algoritmo é baseado no desaparecimento súbito das três correntes após uma corrente de carga estável sem qualquer alteração nas medidas de referência.

Monitorização de Medidas de Corrente

Está disponível uma função de monitorização adicional para verificação de baixa prioridade de ligações do TI. Os sinais de corrente trifásica são verificados continuamente por erros de polaridade ou sequência de fase. Se for detetada inversão de polaridade em qualquer corrente de fase, a saída **PolarityFail** será operada. Se for antes detetado um erro de sequência, por exemplo, se as duas correntes de fase forem trocadas, a saída **SequenceFail** é operada. Estas indicações são sempre sinalizadas após uma temporização definida no parâmetro **MonitorTime**.

A polaridade e monitorização de sequência de fase é ativa sempre que todas as correntes de fase são maiores que o limiar mínimo definido no parâmetro **Imin**. A monitorização é também bloqueada durante a condição de defeito, ou seja, se a função de proteção disparar, porque as regras implementadas são válidas apenas para condições de carga equilibradas. Para este propósito, o arranque de funções de proteção independentes ou escalões devem ser associados à entrada **FuncPickup**.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio (**Block**) para bloquear a sua operação. Pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **I** não corresponde ao grupo de três sinais de corrente de fase.

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para estado de Alerta se:

- ◆ Não existem canais analógicos associados às entradas **Iref** e **Uref**: a deteção de falha de TI não é ativada neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **Iref** não corresponde ao neutro ou ao grupo de três sinais de corrente de fase: a deteção de falha de TI não está ativada neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **Uref** não corresponde ao neutro ou ao grupo de três sinais de tensão de fase-terra: a deteção de falha de TI não está ativada neste caso

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.28.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.90 e Tabela 5.91, respetivamente.

Tabela 5.90. Entradas de função de Supervisão dos Transformadores de Corrente.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes supervisionadas
Iref	Iref	ANL CAN	-	Corrente de referência
Uref	Uref	ANL CAN	-	Tensão de referência
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio de função
FuncPickup	Arranque Funções	DIG	64	Arranque das funções de proteção

Tabela 5.91. Saídas de função de Supervisão dos Transformadores de Corrente.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo Operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Estado da função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
PolarityFail	Falha Polaridade	DIG	-	Indicação de falha de polaridade
SequenceFail	Falha Sequência	DIG	-	Indicação de falha na sequência de fases
CurrentRefFail	Falha Corrente Ref	DIG	-	Falha por corrente de referência
VoltageRefFail	Falha Tensão Ref	DIG	-	Falha por tensão de referência
CTFail	Falha TI	DIG	-	Indicação de falha dos transformadores de corrente
CTFailAlarm	Alarme Falha TI	DIG	-	Falha dos transformadores de corrente após tempo de atraso
CTFailPersistence	Falha TI Persist	DIG CTRL	Sim	Persistência da falha dos transformadores de corrente
CT3PhFail	Falha TI Trifásica	DIG	-	Falha trifásica dos transformadores de corrente

5.28.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.92.

Tabela 5.92. Parâmetros de função de Supervisão dos Transformadores de Corrente.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
LatchedOp	Op Latched	OFF / ON	OFF	Operação Latched
Fail3PhOp	Op Falha Tri	OFF / ON	OFF	Operação da falha trifásica
IresOp	IresOp	$[0,05..4,0] \times I_r$	0,1	Limiar de operação da corrente residual
IresRef	IresRef	$[0,05..4,0] \times I_r$	0,1	Limiar de operação da corrente de referência
UresRef	UresRef	$[0,01..1,0] \times U_r$	0,1	Limiar de operação da tensão de referência
Iload	I Carga	$[0,1..1,0] \times I_r$	0,5	Corrente de carga
SupTime	Tempo Sup	$[0..60000]$ ms	0	Tempo de atraso da supervisão
Imin	Imin	$[0,05..1,0] \times I_r$	0,2	Corrente mínima de monitorização
MonitorTime	Tempo Monitorização	$[1000..60000]$ ms	3000	Tempo de monitorização

5.29 CONTROLO DE DISJUNTOR

5.29.1 INTRODUÇÃO

A função de Controlo de Disjuntor é responsável pela gestão de comandos de abertura e fecho manuais e automáticos dados num disjuntor específico, centralizando toda a informação necessária para os bloquear ou desarmar. Isto inclui interagir em opção com a função externa de verificação de sincronismo, acedendo ao estado de interligação, e supervisionar distintas Condições de Bloqueio, de acordo com o tipo e origem do comando.

Os sinais de disparo da função de Protecção são geridos diretamente pela função integrada distinta, com elevada prioridade (consultar a secção 5.21 - Lógica de Disparo Trifásico). O mesmo acontece com os comandos de abertura e fecho dados pela função Religação Automática. Para comandos manuais do utilizador, tanto locais como remotos, assim como outros controlos de função automáticos, incluindo os provenientes de funções programáveis, a função Controlo de Disjuntor deve antes ser usada.

5.29.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estado do Disjuntor

O estado do disjuntor está permanentemente disponível na saída da função **Position**. É representada como entidade de estado duplo. No caso de disjuntores controláveis trifásicos, o valor é representado pela entrada da função **Position**.

A entrada **Position** pode ser associada, por exemplo, à saída correspondente da função de Supervisão de Disjuntor (consultar a secção 5.30 - Supervisão de Disjuntor). Todas as alterações de valor e de qualidade na posição do disjuntor têm uma data atribuída corretamente, de acordo com a data da entidade de entrada. A origem do último comando emitido no disjuntor está também disponível no campo correspondente da saída **Position**.

Processamento de Comandos

Os comandos de abertura e de fecho do disjuntor deve ser executado na saída **Position**. Várias condições são então avaliadas de modo a permitir ou rejeitar o comando:

- ◆ O comando é rejeitado se o disjuntor está já na posição desejada.
- ◆ A hierarquia de comando é gerida de acordo com as regras apresentadas na subsecção 5.1.4 - Gestão da Hierarquia de Controlo.
- ◆ As condições de bloqueio dos comandos de abertura e de fecho, de acordo com o estado das entradas de função correspondentes são descritas abaixo.
- ◆ As condições específicas de desarme de encravamento podem ser programadas nas funções definidas pelo utilizador e associadas às entradas respetivas. As condições de encravamento independentes podem ser definidas para operações de abertura (entrada de função **InterlockEnableOpen**) e de fecho (entrada de função **InterlockEnableClose**).
- ◆ Os comandos de fecho podem ser supervisionados opcionalmente pela função de verificação de sincronismo (consultar a secção 5.25 - Verificação de Sincronismo e de Presença de Tensão). São fornecidas entradas independentes para comandos de fecho manuais (entrada de função **ManSyncEnableClose**) e automáticos (entrada de função **AutSyncEnableClose**).

Caso a permissão por verificação de sincronismo estiver já ativa quando um comando de fecho é executado, o comando é sai imediatamente, desde que se verifiquem todas as restantes condições. Se, pelo contrário, não houver condições de sincronismo quando a ordem é recebida, a função pode ser parametrizada de modo a esperar um tempo máximo pela permissão por verificação de sincronismo antes de executar o comando. A temporização é independentemente definida para comandos de fecho manuais (parâmetro **ManSyncTime**) e automáticos (parâmetro **AutSyncTime**).

A saída da função **SyncInProgress** é sinalizada enquanto a função Controlo de Disjuntor aguarda pelo desarme de sincronismo externo. Se esta indicação for recebida enquanto a temporização estiver a funcionar, o comando é imediatamente executado, desde que todas as outras condições sejam também verificadas. Se a temporização expira sem receber a permissão de verificação de sincronismo, o comando de fecho é rejeitado e a indicação **SyncFail** é sinalizada.

Após avaliar as condições anteriores, se o comando for finalmente executado pela função, é emitido um impulso numa das saídas **CmdOpen** ou **CmdClose**, para comandos de abertura ou fecho respetivamente. Caso contrário, é indicada a causa da rejeição (ver Tabela 5.93).

Tabela 5.93. Causas da rejeição de comandos do disjuntor.

Identificador	Valor	Descrição
UNKNOWN	0	Causa desconhecida
BLOCKED BY SWITCHING HIERARCHY	2	Pelo menos um nível de hierarquia de comando em modo local
POSITION REACHED	5	Interruptor já na posição pretendida
BLOCKED BY MODE	8	Bloqueado pelo modo de operação efetivo
BLOCKED BY PROCESS	9	Bloqueado devido a eventos externos ao nível de processo
BLOCKED BY INTERLOCKING	10	Bloqueado devido a encravamento dos dispositivos de comutação
BLOCKED BY SYNCHROCHECK	11	Bloqueado pela função de verificação de sincronismo
COMMAND ALREADY IN EXECUTION	12	Ação de controlo já em execução
BLOCKED BY HEALTH	13	Bloqueado devido a alguns eventos internos que evitam uma operação bem-sucedida
NONE	25	Sem causa de rejeição; controlo executado

O número de comandos de abertura executados está disponível na saída da função **OpCounter**. Este contador pode ser reiniciado pelo utilizador em qualquer momento, ao executar uma ordem de controlo nessa entidade. O valor inicial pode ser livremente definido.

Condições de Bloqueio

A função providencia diferentes condições de bloqueio de comandos de abertura e de fecho, para diferentes origens de comando. Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

As Condições de Bloqueio podem ser definidas independentemente de acordo com a origem do comando: comandos manuais locais (**BlockManLocOpen** e **BlockManLocClose**), comandos manuais remotos (**BlockRemLocOpen** e **BlockRemLocClose**) e comandos automáticos (**BlockAutOpen** e **BlockAutClose**). Existem também Condições de Bloqueio (**BlockOpen** e **BlockClose**) que bloqueiam todos os comandos, independentemente da sua origem.

Estão disponíveis duas entradas de bloqueio adicionais (**BlockProcessOpen** e **BlockProcessClose**), que permitem a associação de condições de bloqueio relacionadas com o processo, por exemplo, do nível de gás de isolamento ou mola frouxa. Apesar das condições de bloqueio relacionadas com o processo deverem ser diretamente associadas ao nível de processo (consultar a secção 5.30 - Supervisão de Disjuntor), devem também ser associadas a estas entradas da função de Controlo do Disjuntor, para que o controlo seja imediatamente rejeitado e a causa da rejeição é reportada em conformidade se estas condições forem ativas.

Condição da Função

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para estado de Aviso se:

- ♦ A entrada trifásica de estado (**Position**) não está ligada: a função não tem acesso à posição do disjuntor, consequentemente a saída **Position** apresentará um estado inválido (**VALUE = BAD STATE; QUALITY = INVALID; ORIGIN = NOT SUPPORTED**).

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.29.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.94 e Tabela 5.95, respetivamente.

Tabela 5.94. Entradas da função de Controlo do Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
BlockOpen	Bloqueio Abertura	DIG	4	Bloqueio de abertura
BlockClose	Bloqueio Fecho	DIG	4	Bloqueio de fecho
BlockManLocOpen	Bloq Abert Man Loc	DIG	2	Bloqueio de comandos de abertura manuais de origem local
BlockManLocClose	Bloq Fecho Man Loc	DIG	2	Bloqueio de comandos de fecho manuais de origem local
BlockManRemOpen	Bloq Abert Man Rem	DIG	2	Bloqueio de comandos de abertura manuais de origem remota
BlockManRemClose	Bloq Fecho Man Rem	DIG	2	Bloqueio de comandos de fecho manuais de origem remota
BlockAutOpen	Bloq Abert Aut	DIG	2	Bloqueio de comandos de abertura automáticos
BlockAutClose	Bloq Fecho Aut	DIG	2	Bloqueio de comandos de fecho automáticos
BlockProcessOpen	Bloq Abert Processo	DIG	2	Bloqueio de abertura devido a eventos externos, ao nível do processo
BlockProcessClose	Bloq Fecho Processo	DIG	2	Bloqueio de fecho devido a eventos externos, ao nível do processo
Position	Posição	DB DIG	1	Posição do disjuntor
PositionA	Posição A	DB DIG	1	Posição do disjuntor, fase A
PositionB	Posição B	DB DIG	1	Posição do disjuntor, fase B
PositionC	Posição C	DB DIG	1	Posição do disjuntor, fase C
InterlockEnableOpen	Perm Abert Encrv	DIG	1	Comando de abertura permitido por condições de encravamento topológico
InterlockEnableClose	Perm Fecho Encrv	DIG	1	Comando de fecho permitido por condições de encravamento topológico
ManSyncEnableClose	Perm Fecho Man Sinc	DIG	1	Comando de fecho manual permitido por verificação de sincronismo
AutSyncEnableClose	Perm Fecho Aut Sinc	DIG	1	Comando de fecho automático permitido por verificação de sincronismo

Tabela 5.95. Saídas da função de Controlo do Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Position	Posição	DB CTRL	-	Posição do disjuntor
Bypass	Bypass	CTRL	-	Ignorar bloqueios
CmdOpen	Comando Abertura	DIG	-	Comando de abertura

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
CmdClose	Comando Fecho	DIG	-	Comando de fecho
CmdDelays	Atraso Comando (s)	INT	-	Tempo restante para execução de comando, em segundos
SyncInProgress	Sinc Em Curso	DIG	-	Verificação de sincronismo em curso
SyncFailure	Falha Sinc	DIG	-	Falha de sincronismo
OpCounter	Cont Operações	INT CTRL	Sim	Contador de operações

5.29.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.96.

Tabela 5.96. Parâmetros da função de Controlo do Disjuntor.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
OpenCmdDelay	Atraso Cmd Abertura	[0..300] s	0	Atraso para comando de abertura
CloseCmdDelay	Atraso Cmd Fecho	[0..300] s	0	Atraso para comando de fecho
BypassTime	Tempo Bypass	[0..3600] s	180	Tempo limite de bypass
ManSyncTime	Tempo Sinc Man	[0..600000] ms	1000	Tempo máximo permitido para a verificação de sincronismo para manobras de fecho manuais
AutSyncTime	Tempo Sinc Aut	[0..600000] ms	1000	Tempo máximo permitido para a verificação de sincronismo para manobras de fecho automáticas

5.30 SUPERVISÃO DE DISJUNTOR

5.30.1 INTRODUÇÃO

A função de Supervisão de Disjuntor é responsável pelo controlo e monitorização de um determinado disjuntor. É responsável em particular por:

- ◆ Adquirir o estado do disjuntor do nível de processo e disponibilizá-lo para outras funções;
- ◆ Processar disparos de função de proteção, comandos de religação automática, assim como comandos manuais e automáticos, e operar o disjuntor de acordo com estes;
- ◆ Supervisionar a operação correta do disjuntor;
- ◆ Monitorizar o desgaste do disjuntor tendo em consideração o somatório dos quadrados das correntes cortadas e o número de operações.

Apenas são suportados os disjuntores com disparo trifásico (disparo monofásico não é suportado).

5.30.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estado do Disjuntor

O estado do disjuntor está permanentemente disponível na saída da função **Position**. É representado como entidade de estado duplo, cujo valor é calculado a partir do estado dos contactos auxiliares do disjuntor (entradas de função **CBOpen**, que devem ser ligados ao contacto 52b Normalmente Fechado, e **CBClosed**, que deve ser ligado ao contacto 52a Normalmente Aberto). Estes contactos são adquiridos normalmente diretamente a partir do processo via entradas digitais, mas pode ser também recebido através de um link de comunicação (por exemplo, usando mensagens GOOSE).

Habitualmente os dois contactos estão acessíveis e complementam-se. Quando o disjuntor está em movimento, da posição aberta para fechada (ou vice-versa), os dois contactos são temporariamente zero, o que é designado por estado intermédio. O utilizador pode selecionar mostrar sempre este estado ou, como opção, ocultá-lo por um período de tempo definido pelo parâmetro **FilterTime**, que deve ser configurado com um valor longo o suficiente para o disjuntor conseguir alcançar a posição final. Esta opção pode ser definida no parâmetro **IntermediateState**. Se o filtro de estado intermédio estiver ativo e o disjuntor não alcançar a posição final em menos que **FilterTime**, o estado intermédio é reportado quando a temporização expira.

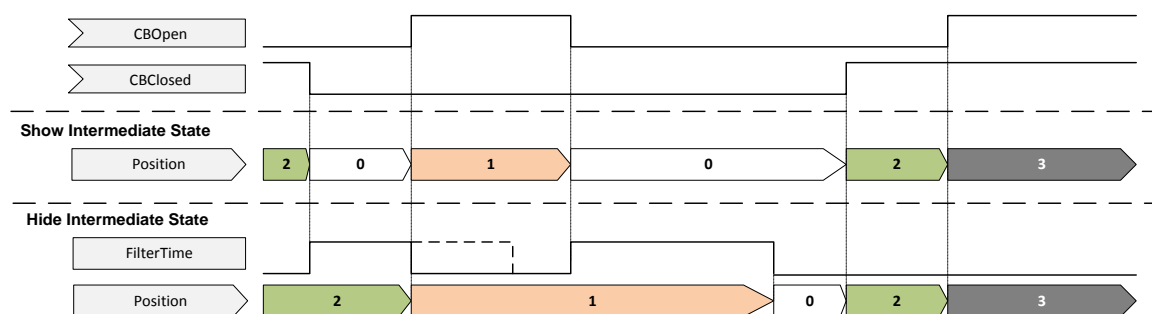


Figura 5.35. Filtro intermédio.

A função está preparada também para trabalhar se apenas um dos contactos auxiliares estiverem disponíveis. Neste último caso, a saída **Position** está diretamente calculada a partir do contacto disponível (esta é negada se o contacto que está disponível é **CBOpen**). O estado intermédio não está disponível neste caso. A Tabela 5.100 mostra como a **Position** é calculada em todos os casos possíveis.

O atributo qualidade associado a **Position** é atualizado de acordo com o atributo qualidade dos contactos de entrada correspondentes. Todas as alterações de valor e qualidade na posição do disjuntor são corretamente identificadas com data e hora, de acordo com a etiqueta temporal das entidades de entrada. A origem do último comando emitido no disjuntor está também disponível no campo correspondente da saída **Position**.

Tabela 5.97. Posição do disjuntor.

	CBOpen = 1 CBClosed = 0	CBOpen = 0 CBClosed = 0	CBOpen = 0 CBClosed = 1	CBOpen = 1 CBClosed = 1
CBOpen e CBClosed	OFF	INTERMÉDIO	ON	INVÁLIDO
Apenas CBOpen	OFF	ON	ON	OFF
Apenas CBClosed	OFF	OFF	ON	ON

Processamento de Comandos

Os comandos de abertura e de fecho do disjuntor são recebidos para processamento pela função nas entradas **CmdOpen** e **CmdClose**, respetivamente. Correspondem a impulsos de disparos de proteção (consultar a secção 5.21 - Lógica de Disparo Trifásico) comandos de religação automática (consultar 5.24 - Religação Automática) ou comandos manuais e automáticos (5.29 - Controlo de Disjuntor). Os comandos de abertura e fecho podem ser emitidos diretamente sobre a saída controlável **Position** de estados duplos, nomeadamente para fins de teste.

Apenas as condições relacionadas com processo são avaliadas ao nível da função de Supervisão de Disjuntor. A função que emitiu o comando também desempenha outras verificações.

- ◆ O comando é rejeitado se o comando anterior está em execução.
- ◆ O comando é rejeitado se o controlo manual é selecionado no disjuntor (nível de processo), e se esta indicação é associada à entrada de função **Local**.
- ◆ O comando é rejeitado se foi bloqueado por alguma condição específica.

A função disponibiliza entradas individuais para condições de bloqueio de comandos de abertura e fecho (**BlockOpen** e **BlockClose**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. Tipicamente devem ser usadas por condições de bloqueio específicas relacionadas com o processo, por exemplo alarme do nível de gás de isolamento (no caso de comandos de abertura) ou mola frouxa (no caso de comandos de fecho). Os comandos de fecho devem também ser rejeitados se a operação do disjuntor for bloqueada (consultar a secção 5.26 - Bloqueio de Fecho do Disjuntor). Se as operações de abertura e fecho forem bloqueadas, tal é sinalizado na saída correspondente (**BlockedOpen** ou **BlockedClose**).

Sinais de Abertura/ Fecho

Após avaliar todas as condições anteriores, se o comando for finalmente libertado pela função de Supervisão de Disjuntor, um impulso é emitido numa das saídas **CmdOpen** ou **CmdClose**, para comandos de abertura e fecho respetivamente.

A duração do impulso pode ser definida pelo utilizador, para comandos de abertura no parâmetro **MinOpenCmdTime**, para comandos de fecho no parâmetro **MinCloseCmdTime**. A duração do impulso definida pelos parâmetros anteriores pode ser fixa (igual ao valor definido) ou adaptativo, se o parâmetro **AdaptivePulse** estiver **ON**. Com esta opção selecionada o impulso de comando será alargado até que o disjuntor alcance a posição final, como ilustrado pela Figura 5.36.

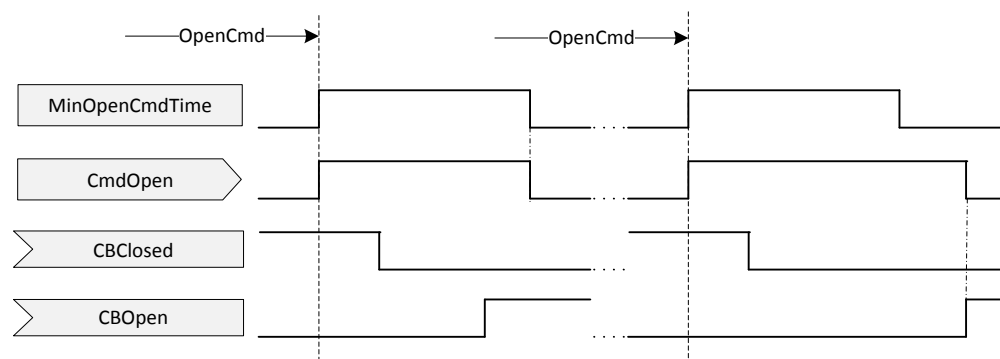


Figura 5.36. Comando do disjuntor com impulso adaptativo.



A opção de impulso adaptativo deverá ser usada apenas se a indicação de comando manual selecionado no disjuntor estiver associado à entrada **Local**, e se a função tiver acesso a todas as condições que podem bloquear a operação do disjuntor ao nível de processo, como bloqueios mecânicos.



As durações de impulso de abertura e fecho devem ser longas o suficiente para garantir que os contactos auxiliares do disjuntor interrompem a corrente no circuito da bobina antes que o relé da saída tente abrir.

O não cumprimento destas recomendações pode colocar em risco o correto funcionamento da TPU S430 e causar danos pessoais e/ ou no equipamento.

Monitorização de Operação

O sucesso da operação do disjuntor é supervisionado pela função. São feitos três controlos diferentes:

- ◆ O tempo entre a execução do comando e o momento em que a posição intermédia é alcançada não deve exceder o máximo permitido para iniciar o movimento, definido nos parâmetros **MaxOpenStartTime** para operações de abertura e **MaxCloseStartTime** para operações de fecho.
- ◆ O tempo entre alcançar a posição intermédia e alcançar a posição final não pode exceder o tempo máximo permitido para que o disjuntor permaneça em estado intermédio, definido pelo parâmetro **FilteringTime**.
- ◆ O tempo entre a execução do comando e o momento em que posição final é alcançada não deve exceder o máximo permitido para que a operação termine, definido nos parâmetros **MaxOpenOpTime** para operações de abertura e **MaxCloseOpTime** para operações de fecho.

Se não forem reunidas todas as condições anteriores, é sinalizada uma indicação de defeito, na saída da função **OpenFailure** (no caso de comandos de abertura) ou **CloseFailure** (no caso de comandos de fecho). A Figura 5.37 ilustra a monitorização da operação do disjuntor.

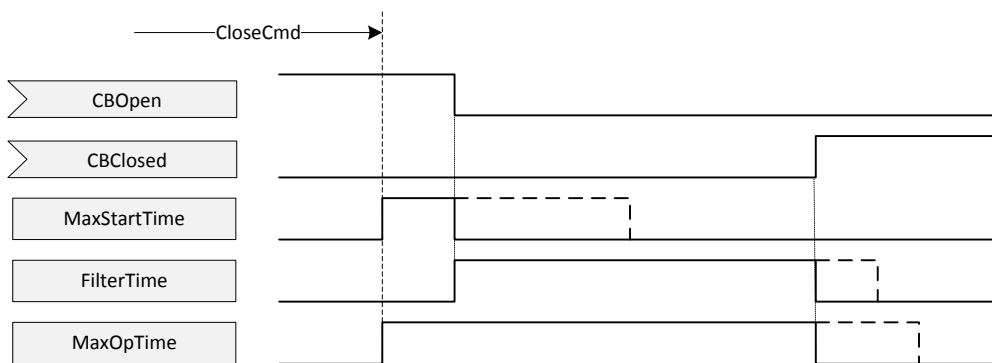


Figura 5.37. Monitorização de operação do disjuntor.

O número total de operações de abertura do disjuntor é disponibilizado pela saída da função **OpCounter**. O seu valor é mantido em memória não-volátil. Se este contador exceder o número máximo de operações de abertura definido pelo utilizado no parâmetro **MaxOpCounter**, é emitida a indicação de alarme **OpCounterAlarm**.

Monitorização de Correntes Cortadas

As correntes cortadas são monitorizadas também se um canal analógico, associado a três sinais de corrente de fase, for ligado à entrada **I**.

A última corrente cortada por cada polo do disjuntor está disponível nas saídas **SwitchCurrA**, **SwitchCurrB** e **SwitchCurrC**, em kA. Para cada polo, o somatório total das correntes cortadas elevadas a uma potência configurável pelo utilizador (parâmetro **SwitchCurrExponent**) é atualizado também após cada operação de abertura e disponibilizado nas saídas **SwitchCurrSumA**, **SwitchCurrSumB** e **SwitchCurrSumC**. Por defeito, estas saídas apresentarão o somatório total dos quadrados das correntes cortadas (ou seja, o valor por defeito para o parâmetro **SwitchCurrExponent** é 2). Os seus valores

são representados como contadores de 64-bit, em kA^2 . Todos estes valores são persistentes e mantidos em memória não-volátil.

Se pelo menos um dos contadores relativos ao somatório dos quadrados das correntes cortadas exceder o limiar máximo definido no parâmetro **MaxSwitchCurrSum**, é emitida a indicação de alarme **SwitchCurrAlarm**.

Todas as estatísticas (número de operações de abertura, correntes cortadas e somatório dos quadrados das correntes cortadas) podem ser reiniciadas simultaneamente ao emitir uma ordem de controlo sobre a entidade **ResetStatistics**.

Monitorização de Pólo Aberto

A indicação de discrepância de polo dada pelo disjuntor é também monitorizada pela função na entrada **OpenPole**. Se a condição de discrepância de polo for detetada, a indicação de **OpenPoleAlarm** é sinalizada.

Condição

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ As entradas **CBOpen** e **CBClosed** são desligadas.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.30.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.98 e Tabela 5.99, respetivamente.

Tabela 5.98. Entradas de função de Supervisão de Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes de fase
Local	Local	DIG	1	Controlo local
BlockOpen	Bloqueio Abertura	DIG	4	Bloqueio de abertura
BlockClose	Bloqueio Fecho	DIG	4	Bloqueio de fecho
CBOpen	Aberto	DIG	1	Disjuntor aberto
CBClosed	Fechado	DIG	1	Disjuntor fechado
CmdOpen	Comando Abertura	DIG	6	Comando de abertura
CmdClose	Comando Fecho	DIG	4	Comando de fecho
OpenPole	Pólo Aberto	DIG	2	Pólo aberto

Tabela 5.99. Saídas da função de Supervisão de Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da Função
Local	Local	DIG	-	Modo de operação local
BlockedOpen	Abertura Bloqueada	DIG CTRL	-	Comando de abertura bloqueado
BlockedClose	Fecho Bloqueado	DIG CTRL	-	Comando de fecho bloqueado
Position	Posição	DB CTRL	-	Posição do disjuntor

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
CmdOpen	Comando Abertura	DIG	-	Comando de abertura
CmdClose	Comando Fecho	DIG	-	Comando de fecho
OpenFailure	Falha Abertura	DIG	-	Falha na manobra de abertura
CloseFailure	Falha Fecho	DIG	-	Falha na manobra de fecho
OpenOpTimems	Tpo Op Abert (ms)	INT	Sim	Tempo da última operação de abertura em ms
CloseOpTimems	Tpo Op Fech (ms)	INT	Sim	Tempo da última operação de fecho em ms
OpCounter	Cont Operações	INT CTRL	Sim	Contador de manobras de abertura
SwitchCurrA	IA Cort	ANL	Sim	Corrente interrompida durante a última manobra de abertura, fase A
SwitchCurrB	IB Cort	ANL	Sim	Corrente interrompida durante a última manobra de abertura, fase B
SwitchCurrC	IC Cort	ANL	Sim	Corrente interrompida durante a última manobra de abertura, fase C
SwitchCurrSumA	Soma I2A Cort	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes cortadas, faseA
SwitchCurrSumB	Soma I2B Cort	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes cortadas, faseB
SwitchCurrSumC	Soma I2C Cort	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes cortadas, faseC
RemainingOpA	Num Man Restantes A	INT CTRL	Sim	Número de manobras de abertura restantes, fase A
RemainingOpB	Num Man Restantes B	INT CTRL	Sim	Número de manobras de abertura restantes, fase B
RemainingOpC	Num Man Restantes C	INT CTRL	Sim	Número de manobras de abertura restantes, fase C
ContactWearA	Desgaste A (%)	ANL	-	Percentagem de desgaste dos contactos, fase A
ContactWearB	Desgaste B (%)	ANL	-	Percentagem de desgaste dos contactos, fase B
ContactWearC	Desgaste C (%)	ANL	-	Percentagem de desgaste dos contactos, fase C
OpTimeh	Tempo Man (h)	INT CTRL	Sim	Tempo decorrido desde a instalação ou desde a última manutenção
OpenPoleAlarm	Alarme Pólo Aberto	DIG	-	Alarme de pólo aberto
OpCounterAlarm	Alarme Cont Ops	DIG	-	Número máximo permitido de manobras de abertura excedido
SwitchCurrAlarm	Alarme Corr Cort	DIG	-	Valor máximo permitido para o somatório dos quadrados das correntes cortadas excedido
ContactWearWarning	Aviso Desgaste	DIG	-	Nível de aviso de desgaste dos contactos alcançados
ContactWearAlarm	Alarme Desgaste	DIG	-	Nível de alarme de desgaste dos contactos alcançados

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
PauseStatistics	Parar Estatísticas	DIG CTRL	Sim	Interromper/ retomar cálculo de estatísticas
ResetStatistics	Repor Estatísticas	DIG CTRL	-	Repor estatísticas

5.30.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.100.

Tabela 5.100. Parâmetros da função de Supervisão de Disjuntor.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
AdaptivePulse	Pulso Adaptativo	OFF / ON	OFF	Pulso Adaptativo
MinOpenCmdTime	Tempo Cmd Abert Mín	[10..60000] ms	200	Tempo de pulso mínimo do comando de abertura
MinCloseCmdTime	Tempo Cmd Fecho Mín	[10..60000] ms	200	Tempo de pulso mínimo do comando de fecho
NumCloseRetries	Num Tent Fecho	[1..500]	1	Número de tentativas de fecho para comandos automáticos
CloseRetryInterval	Interv Tent Fecho	[1..60] s	15	Intervalo de tempo entre tentativas de fecho
IntermediateState	Estado Intermédio	HIDE / SHOW	HIDE	Mostrar a posição intermédia
FilterTime	Tempo Filtragem	[0..60000] ms	1000	Tempo de filtragem da posição intermédia
MaxOpenStartTime	Tempo Início Abert	[0..60000] ms	100	Tempo máximo permitido para o início de manobras de abertura
MaxCloseStartTime	Tempo Início Abert	[0..60000] ms	100	Tempo máximo permitido para o início de manobras de abertura
MaxOpenOpTime	Tempo Máx Abertura	[0..60000] ms	1000	Tempo máximo de operação permitido para manobras de abertura
MaxCloseOpTime	Tempo Máx Fecho	[0..60000] ms	1000	Tempo máximo de operação permitido para manobras de fecho
OpenOpTimeCorr	Corr Tempo Abertura	[0..500] ms	0	Fator de correção para cálculo da duração da manobra de abertura
CloseOpTimeCorr	Corr Tempo Fecho	[0..500] ms	0	Factor de correção para o cálculo da duração da manobra de fecho
MaxOpCounter	Cont Ops Máx	[1..100000]	5000	Número máximo permitido de manobras de abertura
SwitchCurrExponent	Expoente Corr Cort	[1.0..3.0]	2.0	Expoente utilizado para o cálculo do somatório das correntes cortadas

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
MaxSwitchCurrSum	Soma Corr Cort Máx	[1.0..99999] kA ²	100.0	Valor máximo permitido para o somatório dos quadrados das correntes cortadas
RatedOpCurr	Corr Op Nominal	[0.05..25] kA	1.0	Corrente operacional nominal
MaxOpRated	Máx Op I Nominal	[10..100000]	10000	Número de manobras suportadas Number of supported opening operations at rated current
MaxFaultCurr	Máx I Defeito	[0.1..100] kA	10.0	Valor máximo de corrente de defeito que o disjuntor interrompe
MaxOpFault	Máx Op I Defeito	[1..10000]	100	Número de manobras suportadas à corrente máxima de defeito
RefCurrMult	Mult Corr Ref	[0.1..100]	0.1	Múltiplo da corrente operacional nominal utilizado como referência na monitorização do desgaste dos contactos
WearMonitCriterion	Wear Monit Criteria	NENHUM /ALARME OPERAÇÕES RESTANTES / AVIO DE OPERAÇÕES RESTANTES / ALARME DE DESGASTE DE CONTACTO / AVISO DE DESGASTE DE CONTACTO	NENHUM	Critério de monitorização de desgaste do contacto
WearWarningLevel	Nível Aviso Desg	[1..10000]	5	Nível de aviso de desgaste dos contactos
WearAlarmLevel	Nível Alarme Desg	[1..10000]	1	Nível de alarme de desgaste dos contactos

5.31 CONTROLO DO SECCIONADOR

5.31.1 INTRODUÇÃO

A função de Controlo do Seccionador é responsável pela gestão de comandos de abertura e de fecho dados a um seccionador, centralizando toda a informação necessária para os bloquear ou desarmar. É incluído o estado de encravamento, e supervisão de condições de bloqueio diferentes, de acordo com o tipo e origem do comando.

5.31.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estado do Seccionador

O estado do seccionador está sempre disponível na saída de função **Position**. É representado pela entidade de estado duplo. No caso de seccionadores trifásicos controláveis, o seu valor reflete diretamente a entrada de função **Position**.

A entrada **Position** pode ser associada, por exemplo, à saída correspondente da função de Supervisão do Seccionador (consultar a secção 5.32 - Supervisão de Seccionador). Todas as mudanças de valor e de qualidade na posição do seccionador são corretamente identificadas por data e hora, em conformidade com a entidade de entrada respetiva. A origem do último comando emitido no seccionador está também disponível no campo correspondente da saída **Position**.

Processamento de Comandos

Os comandos de abertura e de fecho do seccionador devem ser executados na saída **Position** de estados duplos. Várias condições são então avaliadas de modo a desarmar ou rejeitar o comando:

- ◆ O comando é rejeitado se o seccionador estiver já na posição pretendida.
- ◆ A hierarquia de controlos é gerida de acordo com as regras apresentadas na subsecção 5.1.4 - Gestão da Hierarquia de Controlo.
- ◆ As condições de bloqueio de comandos de abertura e de fecho são avaliadas, de acordo com o estado das entradas de função correspondente que são descritas abaixo.
- ◆ As condições específicas de desarme pode ser programas nas funções definidas pelo utilizador e associadas às entradas respetivas. Pode ser definida condições de encravamento independentes para operações de abertura (entrada de função **InterlockEnableOpen**) e fecho (entrada de função **InterlockEnableClose**).

Após avaliar todas as condições anteriores, se o comando for desarmado finalmente pela função Controlo do Seccionador, um impulso é emitido numa das saídas de **CmdOpen** ou **CmdClose**, para comandos de abertura ou fecho respetivamente. Caso contrário, é indicada a causa da rejeição (ver Tabela 5.101).

Tabela 5.101. Causas da rejeição de comandos do seccionador.

Identificador	Valor	Descrição
UNKNOWN	0	Causa desconhecida
BLOCKED BY SWITCHING HIERARCHY	2	Pelo menos um nível com hierarquia de controlo inferior em modo local
POSITION REACHED	5	Seccionador já na posição pretendida
BLOCKED BY MODE	8	Modo de operação bloqueado
BLOCKED BY PROCESS	9	Bloqueado devido a algum evento externo a nível de processo
BLOCKED BY INTERLOCKING	10	Bloqueado devido a encravamento de dispositivos de corte
COMMAND ALREADY IN EXECUTION	12	Ação de controlo já em execução
BLOCKED BY HEALTH	13	Bloqueado devido a algum evento interno que impede a operação bem sucedida

Identificador	Valor	Descrição
NONE	25	Sem causa de rejeição; controlo executado

O número de comandos abertos executado está disponível na saída da função **OpCounter**. Este contador pode ser reiniciado pelo utilizador em qualquer momento, ao executar uma ordem de controlo sobre essa entidade. O seu valor inicial pode ser definido livremente.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza condições de bloqueio distintas de abertura e de fecho, para diferentes origens de comando. Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

As condições de bloqueio podem ser definidas independentemente de acordo com a origem do comando: comandos manuais locais (**BlockManLocOpen** e **BlockManLocClose**), comandos manuais remotos (**BlockRemLocOpen** e **BlockRemLocClose**) e comandos automáticos (**BlockAutOpen** e **BlockAutClose**). Existem condições de bloqueio gerais (**BlockOpen** e **BlockClose**) que bloqueiam todos os comandos, independentemente da sua origem.

Estão disponíveis duas entradas de bloqueio adicionais (**BlockProcessOpen** e **BlockProcessClose**), e permitem a associação de condições de bloqueio específicas relacionadas com o processo. Apesar de as condições de bloqueio relacionadas com o processo deverem ser associadas diretamente ao nível de processo (para ver como, consultar a secção 5.32 - Supervisão de Seccionador), devem também ser associadas a estas entradas da função de Controlo do Seccionador, para que o controlo possa ser imediatamente rejeitado e a causa da rejeição é reportada em conformidade se essas condições estiverem ativas.

Condição da Função

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para estado de alarme se:

- ♦ A entrada de estado trifásica (**Position**) não está ligada: a função não terá acesso à posição do seccionador, então a saída **Position** será apresentada como estado inválido (**VALUE = BAD STATE; QUALITY = INVALID; ORIGIN = NOT SUPPORTED**).

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.31.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.102 e Tabela 5.103, respetivamente.

Tabela 5.102. Entradas de função de Controlo do Seccionador.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
BlockOpen	Bloqueio Abertura	DIG	4	Bloqueio de abertura
BlockClose	Bloqueio Fecho	DIG	4	Bloqueio de fecho
BlockManLocOpen	Bloq Abert Man Loc	DIG	2	Bloqueio de comandos de abertura manuais de origem local
BlockManLocClose	Bloq Fecho Man Loc	DIG	2	Bloqueio de comandos de fecho manuais de origem local
BlockManRemOpen	Bloq Abert Man Rem	DIG	2	Bloqueio de comandos de abertura manuais de origem remota
BlockManRemClose	Bloq Fecho Man Rem	DIG	2	Bloqueio de comandos de fecho manuais de origem remota
BlockAutOpen	Bloq Abert Aut	DIG	2	Bloqueio de comandos de abertura automáticos
BlockAutClose	Bloq Fecho Aut	DIG	2	Bloqueio de comandos de fecho automáticos

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
BlockProcessOpen	Bloq Abert Processo	DIG	2	Bloqueio de abertura devido a eventos externos, ao nível do processo
BlockProcessClose	Bloq Fecho Processo	DIG	2	Bloqueio de fecho devido a eventos externos, ao nível do processo
Position	Posição	DB DIG	1	Posição do disjuntor
InterlockEnableOpen	Perm Abert Encrv	DIG	1	Comando de abertura permitido por condições de encravamento topológico
InterlockEnableClose	Perm Fecho Encrv	DIG	1	Comando de fecho permitido por condições de encravamento topológico

Tabela 5.103. Saídas de Função de Controlo do Seccionador.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Position	Posição	DB CTRL	-	Posição do disjuntor
CmdOpen	Comando Abertura	DIG	-	Comando de abertura
CmdClose	Comando Fecho	DIG	-	Comando de fecho
OpCounter	Cont Operações	INT CTRL	Sim	Contador de operações

5.31.4 PARAMETRIZAÇÃO

Esta função não dispõe de parâmetros associados.

5.32 SUPERVISÃO DE SECCIONADOR

5.32.1 INTRODUÇÃO

A função de Supervisão de Seccionador é responsável por controlar e monitorizar um determinado seccionado. Nomeadamente, é responsável por:

- ◆ Adquirir o estado do seccionador do nível de processo e disponibilizá-lo para outras funções;
- ◆ Processar comandos manuais e automáticos, e operar o seccionador de acordo com estes;
- ◆ Supervisionar a operação correta do seccionador;
- ◆ Monitorizar o contacto do seccionador ao aceder ao número de operações.

5.32.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estado do Seccionador

O estado do seccionador é permanentemente disponível na saída da função **Position**. É representado como entidade de estado duplo, cujo valor é calculado a partir dos contactos auxiliares do estado do seccionador (entradas de função **SWOpen**, que deverá ser ligado ao contacto 89b Normalmente Fechado, e **SWClosed**, que deverá ser ligado ao contacto aberto 89a Normalmente Aberto). Estes contactos são habitualmente adquiridos diretamente a partir do processo via entradas digitais, mas não podem ser recebidas através de link de comunicação (por exemplo, utilizando mensagens GOOSE).

Por norma, os dois contactos são acessíveis e complementam-se. Quando o seccionado está em movimento, de posição aberta para fechada (ou vice-versa), os dois contactos são temporariamente zero, o que é designado por estado intermédio. O utilizador pode selecionar mostrar este estado sempre, ou, como opção, ocultá-lo por um período de tempo definido pelo parâmetro **FilterTime**, que pode ser configurado com um valor longo o suficiente para que o seccionador alcance a posição final. Esta opção pode ser definida no parâmetro **IntermediateState**. Se o filtro de estado intermédio estiver ativo e o circuito não alcançar a posição final em menos que **FilterTime**, o estado intermédio é reportado quando acaba a temporização.

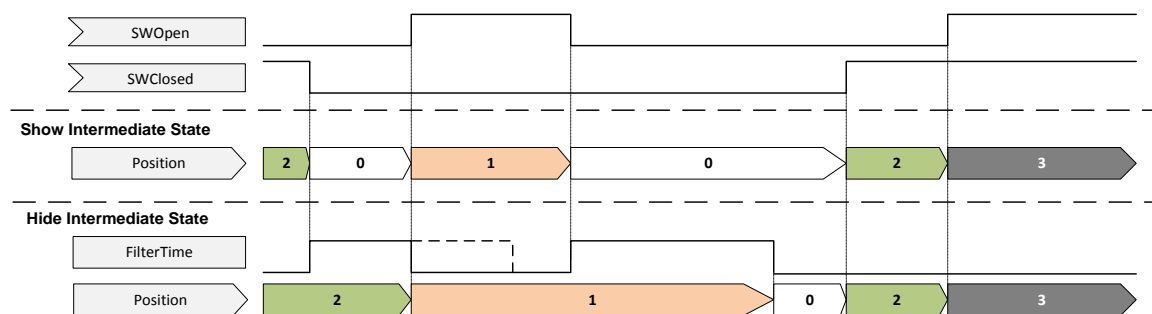


Figura 5.38. Filtro intermédio.

A função está também preparada para trabalhar se apenas um dos contactos auxiliares estiver disponível. Neste último caso, a saída **Position** é calculada diretamente a partir do contacto disponível (negado se o contacto que está disponível é **SWOpen**). O estado intermédio não está disponível neste caso. A Tabela 5.100 mostra como a **Position** é calculada em todos os casos possíveis.

O atributo qualidade associado à **Position** é atualizado de acordo com o atributo qualidade dos contactos de entrada correspondentes. Todas as alterações de qualidade e valor na posição do seccionador são corretamente identificadas com data e hora, de acordo com a data e hora das entidades de entrada. A origem do último comando emitido no seccionador está também disponível no campo correspondente da saída **Position**.

Tabela 5.104. Posição do Seccionador.

	SWOpen = 1 SWClosed = 0	SWOpen = 0 SWClosed = 0	SWOpen = 0 SWClosed = 1	SWOpen = 1 SWClosed = 1
SWOpen e SWClosed	OFF	INTERMÉDIO	ON	INVÁLIDO
Apenas SWOpen	OFF	ON	ON	OFF
Apenas SWClosed	OFF	OFF	ON	ON

Processamento de Comando

Os comandos de abertura e de fecho do seccionador são recebidos pela função nas entradas **CmdOpen** e **CmdClose**, respetivamente. Correspondem a impulsos provenientes de comandos manuais e automáticos (consultar secção 5.31 - Controlo do Seccionador). Os comandos de abertura e de fecho podem também ser emitidos diretamente sobre a saída **Position** controlável de estado duplo, nomeadamente para fins de teste.

Apenas as condições relacionadas com o processo são avaliadas ao nível da função de Supervisão do Seccionador. Outras verificações são feitas pela função que produziu o impulso de comando.

- ◆ O comando é rejeitado se o comando anterior está em execução.
- ◆ O comando é rejeitado se o controlo manual é selecionado no seccionador (nível de processo), e se esta indicação é associada à entrada de função **Local**.
- ◆ O comando é rejeitado se estiver bloqueado por alguma condição específica.

A função garante entradas individuais para condições de bloqueio de comandos de abertura e de fecho (**BlockOpen** e **BlockClose**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. Devem ser usadas tipicamente para condições de bloqueio específicas relacionadas com o processo. Se as operações de abertura e de fecho forem bloqueadas, tal é sinalizado na saída correspondente (**BlockedOpen** ou **BlockedClose**).

Sinalizações de Abertura e de Fecho

Após avaliar as condições anteriores, se o comando for finalmente desarmado pela função de Supervisão de Seccionador, é emitido um impulso numa das saídas **CmdOpen** ou **CmdClose**, para comandos de abertura e fecho respetivamente.

A duração do impulso pode ser definida pelo utilizador, para comandos de abertura no parâmetro **MinOpenCmdTime**, para comandos de fecho no parâmetro **MinCloseCmdTime**.

A duração do impulso definida pelos parâmetros anteriores pode ser fixa (igual ao valor definido) ou adaptativa, se o parâmetro **AdaptivePulse** estiver **ON**. Com esta opção selecionada, o impulso de comando será alargado até que o seccionador alcance a posição final, como ilustrado na Figura 5.39.

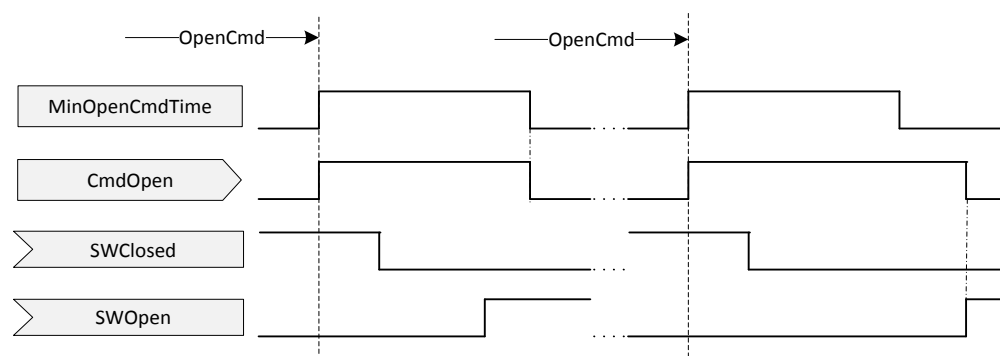


Figura 5.39. Comando de seccionador com impulso adaptativo.



A opção de impulso adaptativo deve apenas ser usado se a indicação de controlo manual selecionado no seccionador está associada à entrada **Local** e se a função tem acesso a todas as condições que podem bloquear a operação do seccionador no nível de processo, como bloqueios mecânicos.

Monitorização de Operação

O sucesso da operação do seccionador é supervisionado pela função. São feitas três verificações distintas:

- ♦ O tempo máximo entre o comando de desarme e o momento em que a posição intermédia é alcançada não pode exceder o máximo permitido para que o movimento comece, definido no parâmetro **MaxStartTime**;
- ♦ O momento entre alcançar a posição intermédia e alcançar a posição final não pode exceder o tempo máximo permitido para que o seccionador permaneça no estado intermédio, definido no parâmetro **FilteringTime**.
- ♦ O tempo entre o desarme do comando e o momento em que a posição final é alcançada não pode exceder o máximo permitido para que a operação terminar, definido no parâmetro **MaxOpTime**.

Se qualquer uma das condições anteriores não for reunida, uma indicação de falha é sinalizada, na saída da função **OpenFailure** (no caso de comandos de abertura) ou **CloseFailure** (para comandos de fecho). A Figura 5.40 ilustra a monitorização da operação do seccionador.

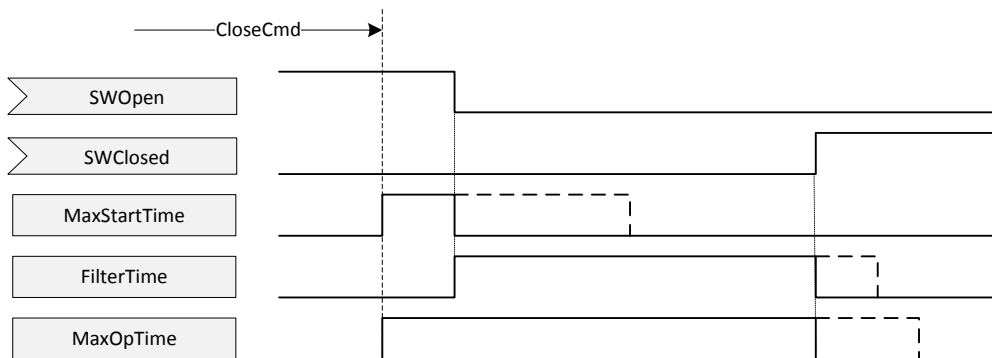


Figura 5.40. Monitorização de operação de seccionador.

O total de operações de abertura feitas pelo seccionador está disponível na saída da função **OpCounter**. O seu valor é mantido em memória não-volátil. Se o contador exceder o número máximo de operações de abertura definidas pelo utilizador no parâmetro **MaxOpCounter**, é dada indicação de alarme **OpCounterAlarm**.

Condição

A função não opera e a sua saída Health é definida para estado de Alarme se:

As entradas **SWOpen** e **SWClosed** estão desligadas.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.32.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.98 e Tabela 5.99, respetivamente.

Tabela 5.105. Entradas de função de Supervisão de Seccionador.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Local	Local	DIG	1	Controlo local
BlockOpen	Block Open	DIG	4	Bloqueio de abertura

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
BlockClose	Bloqueio Fecho	DIG	4	Bloqueio de fecho
SWOpen	Aberto	DIG	1	Seccionador aberto
SWClosed	Fechado	DIG	1	Seccionador fechado
CmdOpen	Comando Abertura	DIG	4	Comando de abertura
CmdClose	Comando Fecho	DIG	4	Comando de fecho

Tabela 5.106. Saídas função de Supervisão de Seccionador.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Local	Local	DIG	-	Modo de operação local
BlockedOpen	Abertura Bloqueada	DIG CTRL	-	Comando de abertura bloqueado
BlockedClose	Fecho Bloqueado	DIG CTRL	-	Comando de fecho bloqueado
Position	Posição	DB CTRL	-	Posição do seccionador
CmdOpen	Comando Abertura	DIG	-	Comando de abertura
CmdClose	Comando Fecho	DIG	-	Comando de fecho
OpenFailure	Falha Abertura	DIG	-	Falha na manobra de abertura
CloseFailure	Falha Fecho	DIG	-	Falha na manobra de fecho
OpCounter	Cont Operações	INT CTRL	Sim	Contador de manobras de abertura
OpCounterAlarm	Alarme Cont Ops	DIG	-	Número máximo permitido de manobras de abertura

5.32.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.107.

Tabela 5.107. Parâmetros da função de Supervisão de Seccionador.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
AdaptivePulse	Pulso Adaptativo	OFF / ON	OFF	Pulso adaptativo
MinOpenCmdTime	Tempo Cmd Abert Mín	[10..60000] ms	10000	Tempo de pulso mínimo do comando de abertura
MinCloseCmdTime	Tempo Cmd Fecho Mín	[10..60000] ms	10000	Tempo de pulso mínimo do comando de fecho
IntermediateState	Estado Intermédio	HIDE / SHOW	HIDE	Mostrar a posição intermédia
FilterTime	Tempo Filtragem	[0..60000] ms	10000	Tempo de filtragem da posição intermédia

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
MaxStartTime	Tempo Máx Início	[0..60000] ms	1000	Tempo máximo permitido para o início de manobra
MaxOpTime	Tempo Máx Operação	[0..60000] ms	0	Tempo máximo de operações permitido
MaxOpCounter	Cont Ops Máx	[1..100000]	5000	Número máximo permitido de manobras de abertura

5.33 REGULAÇÃO AUTOMÁTICA DE TENSÃO

5.33.1 INTRODUÇÃO

A Regulação Automática de Tensão é a função de controlo mais importante associada a transformadores dado que é responsável por manter a tensão no barramento dentro dos limites impostos, dentro de uma gama de tensão. Adicionalmente, esta função contém um leque alargado de opções o que lhe permite adaptar a qualquer situação, suportando operação isolada (transformadores isolados) e paralela (transformadores em paralelo) para os transformadores de dois e três enrolamentos.

5.33.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Quando a carga na rede aumenta, a tensão diminui e vice-versa. De modo a manter a tensão dentro de uma determinada gama de valores, em torno de uma tensão, os transformadores são equipados com comutadores de tomada que permitem variar a relação de transformação por um número de passos predefinidos, cada um correspondente a uma tomada, regulando assim a tensão. A função de Regulação Automática de Tensão permite este controlo automático para transformadores a operar de modo isolado ou em paralelo. Adicionalmente, se estiver presente a opção de transformadores de três enrolamentos, a tensão no lado BT pode ser regulada no enrolamento secundário ou terciário dependendo do nível de prioridade configurado (parâmetro **PriorityLevel**) que define qual o nível de tensão regulado.



A maioria das saídas referem-se ao nível de tensão a ser regulado, exceto se indicado expressamente que se referem a um enrolamento específico. A saída **CurrentLevel** indica que nível está a ser regulado.

Quando a tensão medida para o nível de tensão regulado se desvia da gama de valores permitidos durante um período de tempo definido, é dado um comando para subir ou baixar a tensão com o objetivo de normalizar a situação. Estes comandos devem ser recebidos, preferencialmente pela função de Controlo e Supervisão do Comutador de Tomadas dado que esta função funciona como interface entre a regulação de tensão e o comutador de tomadas físico. Para além disso, esta função providencia informação adicional necessária à função de Regulação Automática de Tensão de modo a desbloquear algumas das suas características.

Enquanto uma manobra é executada pelo comutador de tomadas, não pode ser executada uma nova, portanto, a função de Controlo e Supervisão do Comutador de Tomadas disponibiliza uma sinalização (consultar a secção 5.34 - Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas) do momento em que o comutador de tomadas desempenha uma operação que deve ser ligada à entrada **apChgBusy**. Assim, a função de Regulação Automática de Tensão é capaz de determinar se um comando pode ser enviado ou se deve ser adiado. De qualquer modo, um comando adiado pode ser cancelado se as condições que originaram esse comando não se verificaram mais, por outro lado, se é enviado um comando, a sua falha pode ser reportada e usada como condição de bloqueio.

O modo de controlo de operação pode ser, em qualquer momento, um dos dois:

- ♦ **Modo Automático** quando o controlo de tensão é executado automaticamente pela função, seguindo os critérios configurados;
- ♦ **Modo Manual** no qual a regulação automática é bloqueada e o controlo de comutador de tomadas recai sobre o operador que pode dar comandos ao comutador de tomadas manualmente usando as saídas **UChgRaise** e **UChgLower** (para aumentar/diminuir a tensão) ou a saída **TapChg** (para aumentar / diminuir tomada).



A saída **TapChg** pode ser usada para dar um comando manual para incrementar ou decrementar a posição da tomada, no entanto, se a relação entre a posição da tomada e a tensão é inversa a função terá de ser informada através da entrada **TapOrderInv**.

O modo de operação manual é considerado o modo por defeito e, por norma, pode ser mudado para modo automático através de um comando executado pelo operador na entidade **AutoMode**, no entanto, as exceções são os casos de operação paralela.

Para garantir o funcionamento correto da função de Controlo Automático de Tensão, é obrigatório ligar as entradas **PrCon** e **SecCon** de modo a indicar se o transformador está energizado no lado AT e ligado ao barramento no lado BT, respetivamente. As condições que o determinam podem ser avaliadas na lógica definida pelo utilizador e o resultado ligado à entrada respetiva. No exemplo mostrado na Figura 5.41, estas entradas dependem apenas do estado dos disjuntores CB1 e CB2 e como tal, o **PrCon** deve ser verdadeiro quando o CB1 está fechado enquanto **SecCon** deve ser verdadeiro quando o CB2 está fechado. A saída **TrConSec** está ativa quando as duas condições se reúnem. Se a opção transformador com três enrolamentos se verificar, a função contém uma entrada adicional **TerCon** e uma saída adicional **TrConTer** que têm o mesmo significado que aquela descrita para o secundário, mas, neste caso, para o terciário.

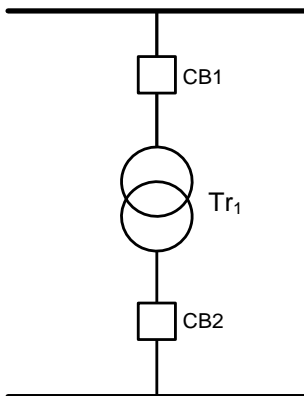


Figura 5.41. Transformador Tr1.

O número de comandos de subida, descida e totais gerados pela função Regulação Automática de Tensão estão disponíveis nas saídas **URaiseCounter**, **ULowerCounter** e **UChangeCounter** que podem ser eliminados ao emitir um comando na entidade **ResetStatistics**.

Todos os valores unitários são relativos à corrente nominal do TI primário (I_r) e a tensão nominal do TT primário (U_r).

Operação Isolada

Na sua configuração mais simples, a função de Regulação Automática de Tensão é usada para operação isolada, por outras palavras, por transformadores que funcionam em separado e isolados entre si. Esta situação pode corresponder efetivamente à existência de um só transformador na subestação, mas é também aplicável numa situação de mais que um transformador, desde que cada um funcione independentemente dos restantes, ou seja, cada um é ligado no lado BT a um semi-barramento diferente e o disjuntor que faz o paralelo das barras não é ligado.

Medidas Usadas

A única medida obrigatória para a função de Regulação Automática de Tensão é a tensão do lado BT para o nível a ser regulado (enrolamento secundário ou terciário se a opção três enrolamentos estiver disponível). Através do parâmetro **Meas** o utilizador pode selecionar que valor de tensão usar dado que é suportada alimentação monofásica, fase-fase e trifásica, no entanto, deve-se ter cuidado para selecionar fase-terra em sistemas solidamente ligados à terra. A saída **U** mostra o valor de tensão medido e usado na regulação.

Dependendo das condições de bloqueio ativadas, a função pode exigir tensão do lado AT e correntes AT. Se a opção compensação da queda de tensão estiver selecionada, as correntes BT são necessárias para obter potência ativa (P) e reativa (Q) no nível de tensão a ser regulado. As saídas **P** e **Q** fornecem os valores calculados para cada uma.

Princípios de Operação

A função de Regulação Automática de Tensão desempenha medidas periódicas da tensão monitorizada de modo a comparar o seu valor com uma referência fixa, configurada pelo utilizador, e decide que ação tomar. Na sua forma mais simples, o desvio de tensão considerado é apenas a diferença entre a tensão medida no barramento (U) e a tensão de referência (U_0).

$$\Delta U = U - U_0 \quad (5.64)$$

É possível observar na Figura 5.42 o modo de operação do algoritmo baseado na tensão medida. Entre U_1 e U_2 a tensão está dentro dos limites definidos pela configuração, no entanto, se a tensão cair abaixo de U_1 a função irá gerar comandos de subida de tensão enquanto um aumento de tensão U_2 leva à geração de comandos para baixar a tensão. O valor da tensão medida pode ser observado na saída **U** enquanto a saída **UValid** sinaliza se o valor está dentro dos limites permitidos.

Os limites U_1 e U_2 são obtidos através da configuração de uma banda morta externa (ΔU_{Ext}) que é simétrica em torno da tensão de referência (U_0) e usada para evitar operações do comutador de tomadas devido a pequenas variações de tensão. Adicionalmente, uma banda morta interna (ΔU_{In}) pode ser configurada de modo a eliminar o impacto de pequenas perturbações em torno dos valores limite de tensão U_1 e U_2 . Sempre que o valor de tensão estiver fora da banda morta externa, é iniciada uma temporização, no fim da qual é dado um comando adequado ao comutador de tomadas, no entanto, se a tensão medida voltar a estar dentro da banda morta interna antes que termine a temporização, a sequência reinicia e não é gerado nenhum comando.

De modo a efetuar a regulação de tensão no enrolamento secundário, a tensão de referência tem de ser configurada através do parâmetro **URefSec** enquanto a banda morta externa terá de ser configurada através do parâmetro **DbExtSec** e a interna através de **DbIntSec**. Se a opção transformador de três enrolamentos estiver presente e os parâmetros que devem ser usados para o enrolamento terciário são os mesmo que os configurados para o secundário, parâmetro **TerEqual2Sec** pode ser definido para ON, caso contrário, a tensão de referência tem de ser configurada através do parâmetro **URefTer** enquanto as bandas mortas internas e externas têm que ser configuradas através do parâmetro **DbExtTer** e o parâmetro **DbIntTer**, respetivamente.

Sempre que se detetar uma situação em que é necessário um comando, as saídas **PrepURaise** e **PrepULower** irão sinalizar se o comando dado quando o temporizador terminar é para subir ou descer a tensão, respetivamente. Estas sinalizações permanecem ativas assim que a ordem é necessária, até ao momento em que o comando é efetivamente dado através da saída **URaise** ou saída **ULower**. Se o temporizador acabar, mas o comutador de tomadas não estiver pronto para receber novo comando, o comando será colocado em espera (saída **WaitingToSend** ativa) e dado quando for possível se as condições que originaram o comando permanecerem válidas.

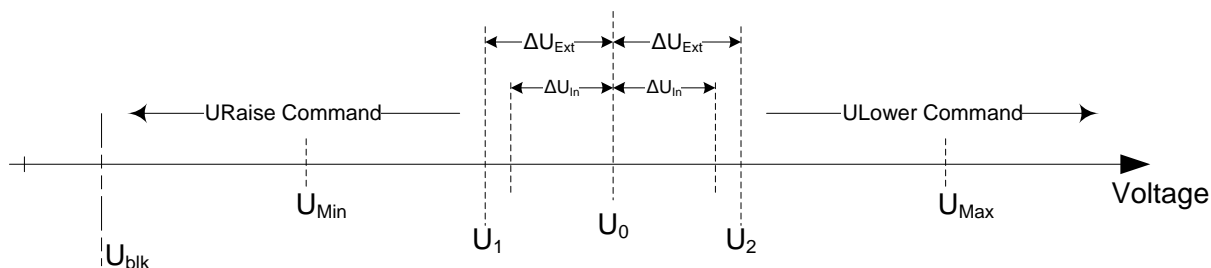


Figura 5.42. Regulação Automática de Tensão.



A variação de tensão causada pela mudança de comutador de tomadas deverá ser tida em consideração ao configurar as bandas mortas. Se o máximo aceitável for inferior à metade da variação de tensão por tomada, a banda morta é demasiado pequena o que pode levar a um modo de operação instável em que são dados comandos de subida e descida da tensão alternativamente. Por outro lado, se a banda morta for demasiado grande, com metade do seu valor maior que a variação de tensão por tomada, a operação da função não será otimizada o que pode levar a desvios de tensão maiores em relação ao valor de referência.

U_{Min} , U_{Max} e U_{blk} podem ser configuradas como alarmes ou como condições de bloqueio, contudo, os primeiros dois só podem ser usados para bloquear comandos numa direção (comandos de descida para U_{Min} e comandos de subida para U_{Max}) enquanto o último pode ser usado para bloquear a função nas duas direções. Esta parte será explicada em detalhe mais tarde.

Característica de Tempo

Sempre que se detetar um desvio de tensão superior ao valor máximo admissível, é ativada uma temporização e é dado um comando para subir ou baixar a tensão se o estado persistir após o tempo configurado pelo utilizador tiver passado. O uso desta temporização tem como objetivo eliminar comandos desnecessários devido a perturbações transitórias de tensão.

O tempo necessário para que o comando seja dado depende da característica de tempo que pode ser configurada como **característica definida** ou como **característica inversa**. Para o primeiro, um tempo fixo é configurado como atraso e, como tal, é independente do desvio de tensão. Por outro lado, com a característica de tempo Inversa a função irá reagir mais

rápido para maiores desvios de tensão, limitados exclusivamente pelo atraso mínimo (parâmetro **TMin**) que é também sujeito a configuração.

$$t = \frac{T}{\left(\frac{\Delta U}{\Delta U_{Ext}}\right)} \quad (5.65)$$

Em que:

- ◆ T : tempo fixo de atraso configurado pelo utilizador;
- ◆ ΔU : desvio de tensão calculado;
- ◆ ΔU_{Ext} : banda morta externa.

A Figura 5.43 mostra o tempo de reação para diferentes atrasos (T) quando um tempo mínimo de atraso de 8 segundos foi configurado.

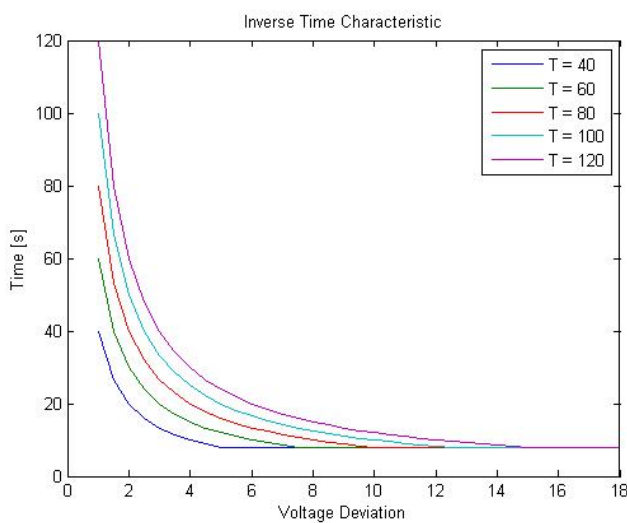


Figura 5.43. Característica de Tempo Inverso com parâmetro TMin = 8.

Ao utilizar a saída **TType** é possível verificar a característica de tempo que está a ser ou será usada quando é detetada a perturbação (**FALSE** – característica definida; **TRUE** – característica inversa). Para além disso, sempre que a temporização estiver ativa, a função indica quanto tempo falta para o comando para ser enviado, na saída **TimeToSendCmd**.

A função Regulação Automática de Tensão permite a configuração de dois temporizadores que têm características descritas acima. O primeiro (T_1) é usado quando é necessária uma primeira ordem numa direção enquanto o segundo (T_2) é usado quando o primeiro comando não foi suficiente para normalizar a situação e mais são necessárias na mesma direção.

As características de tempo T_1 e T_2 podem ser configuradas através do parâmetro **T1Type** e parâmetro **T2Type**, respetivamente, enquanto o tempo pode ser configurado nos parâmetros **T1** e **T2**, respetivamente. De salientar que o tempo configurado pode ser a temporização fixa para a característica de tempo definido ou a constante T usada na característica de tempo inverso.

T_1 suporta uma funcionalidade adicional, ou seja, é possível configurar (parâmetro **T1Reset**) se T_1 reinicia para zero instantaneamente ou se decrementa até zero numa situação em que T_1 foi ativada porque foi detetado um desvio de tensão maior que a banda morta externa, mas entretanto o desvio torna-se menor que a banda morta interna anulando assim a necessidade do comando. Quando esta opção é selecionada, se o desvio de tensão for novamente maior que a banda morta externa, a temporização T_1 será ativada com o tempo restante, caso ainda não tinha alcançado o zero. Tal permite uma resposta mais rápida quando a tensão está a sofrer variações em torno de U_1 ou U_2 maiores que a diferença entre as bandas mortas.



Dado que T_2 é ativado assim que o comando é dado, é crucial que o atraso configurado para T_2 tenha em consideração o tempo que o comutador demora a manobrar de uma posição para a outra. Tal pode ser conseguido configurando o atraso fixo, para característica definida, ou o parâmetro **TMin**, para característica

de tempo inverso, com um valor suficientemente alto para que a manobra seja completada. Incidentalmente, T_2 deve também ser configurada para reagir mais rápido que T_1 para uma situação anormal.

Aceleração de Regulação de Tensão

A função de Regulação Automática de Tensão suporta um modo opcional que, quando ativo (parâmetro **AccMode**), permite mudar a característica de tempo que foi configurada e assim acelerar a relação na qual são dados comandos quando uma tensão maior que aquela configurada pelo parâmetro **UAcc** é detetada. Neste caso, o valor muito alto justifica uma reação mais rápida à perturbação.

Por outro lado, a função providencia também entrada **AccSec** e **AccTer** quando a opção de três enrolamentos está disponível em que uma condição lógica pode ser ligada para ativar a aceleração em qualquer situação pretendida pelo utilizador. Esta condição pode ser usada, por exemplo, para definir a interação entre a operação de regulação de tensão e o deslastre de carga/ automação da reposição.

Independentemente de como o modo de aceleração é ativado (pelo parâmetro **AccMode** ou entrada de função), a característica de tempo usada pela função neste caso pode ser configurada (parâmetro **TAccType**) como:

- ◆ Instantânea – a função espera apenas pela conclusão do comando anterior antes de enviar o próximo;
- ◆ Tempo Inverso – se a característica configurada foi já tempo inverso, nada será feito quando este modo é ativado, no entanto, se a característica configurada foi tempo definido, irá mudar para inversa e a constante T será igual ao valor que foi configurado como tempo fixo.

A saída **Acc** indica quando a aceleração da regulação da tensão é ativada para o nível de tensão atualmente a ser regulado.

Variação da Tensão de Referência

Em determinadas situações, tais como interação com controlo de automação para uma bateria de condensadores ligada ao barramento, surge a necessidade de mudar a tensão de referência. Tendo isto em atenção, a função de Regulação Automática de Tensão foi desenhada para suportar até três variações configuradas para cada nível de tensão que pode ser ativado por condições ligadas a entradas especialmente reservada para esse efeito (**URefVar1Sec**, **URefVar2Sec** e **URefVar3Sec** para o secundário e **URefVar1Ter**, **URefVar2Ter** e **URefVar3Ter** para o terciário). Se, num determinado momento, estiver ativa mais que uma condição para o nível de tensão atual, a tensão de referência usada no algoritmo será obtida considerando todas as variações ativas.

Os ajustes à tensão de referência podem ser configurados como percentagens pré-fixas da tensão nominal, que podem ser positivas ou negativas, usando parâmetros **pUVar1Sec**, **pUVar2Sec** e **pUVar3Sec** para o enrolamento secundário e parâmetros **pUVar1Ter**, **pUVar2Ter** e **pUVar3Ter** para o terciário. A nova tensão de referência será obtida pela fórmula:

$$\Delta U = U - (U_0 + \sum p_i U_r) \quad (5.66)$$

Em que:

- ◆ p_i : variação pré-fixa i configurada em pu;
- ◆ U_r : tensão nominal do TT primário;
- ◆ $\sum p_i U_r$: soma de todas as variações configuradas que foram ativadas através da entrada.

As saídas **URefVar1**, **URefVar2** e **URefVar3** indicam, num determinado momento, que variações, se houver, estão ativas enquanto a saída **Uref** pode ser usada para verificar a tensão de referência a ser usada. Estas saídas referem-se sempre ao nível de tensão atual a ser regulado.

Compensação de Queda de Tensão na Linha

Em alternativa à regulação de tensão no lado do transformador BT, em torno de um valor de referência, a função de Controlo Automático de Tensão permite a regulação de tensão num ponto mais perto da carga, usando o critério de compensação de queda de tensão na rede.

Quando esta opção é selecionada, a tensão de referência tem de ser configurada com o valor pretendido e a tensão e a corrente no lado BT do transformador têm que estar disponíveis de modo a que a potência ativa e reativa possam ser calculadas uma vez que estas são necessárias para obter a queda da tensão.

$$\Delta U' = \frac{RP_{total} + XQ_{total}}{U} \quad (5.67)$$

Em que:

- ◆ U : tensão fase fase medida;
- ◆ R, X : resistência e reactância do segmento de linha que pode ser configurado no parâmetro **R** e **X**, respetivamente. Estes valores devem ser configurados em ohms;
- ◆ P_{total} , Q_{total} : potência ativa e reativa no barramento que são, no caso de operação independente, o mesmo que P e Q medido no transformador.

O desvio da tensão é então calculado usando a expressão:

$$\Delta U = (U - \Delta U') - U_0 \quad (5.68)$$

É importante salientar que a compensação de queda de tensão na linha só pode ser utilizada para o nível de prioridade configurado, exceto se o parâmetro **TerEqual2Sec** for ativado, indicando que as características da linha são as mesmas para os dois níveis de tensão.

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma saída **URaiseBlocked** que sinaliza quando os comandos de subida são bloqueados, e outra **ULowerBlocked**, que sinaliza quando os comandos de descida são bloqueados. Se os dois estiverem ativos simultaneamente, a função é bloqueada nas duas direções o que é sinalizado pela saída **Blocked**. É importante realçar que estas saídas referem-se ao modo manual e automático dependendo de qual é ativa atualmente, e como tal, pode depender, num determinado momento, de condições diferentes.

Para além das saídas acima (bloqueio geral), a função também disponibiliza saídas que sinalizam alarmes e condições de bloqueio que podem ser ativadas através de parâmetros desde que as medidas necessárias estejam disponíveis. Apesar de um parâmetro estar disponível para cada uma das condições suportadas, cada parâmetro permite as mesmas opções:

- ◆ NENHUM – condição desativada e, como tal, não será verificada;
- ◆ ALARME – quando a condição é detetada, o alarme correspondente é ativado. Se estiver presente a opção de três enrolamentos, a função diferencia os alarmes para o enrolamento secundário e terciário;
- ◆ BLOQUEIO AUTOMÁTICO – quando a condição é detetada, o alarme correspondente é ativado, contudo, a função também é bloqueada se o transformador estiver a operar em modo automático e a condição refere-se ao nível de tensão a ser regulado;
- ◆ BLOQUEIO – a condição é verificada e usada para bloquear a função, tanto para o modo automáticos e como para o manual. Tal é sinalizado nas saídas adequadas (saídas de alarme e bloqueio).

As próprias condições podem afetar comandos nas duas direções ou numa só direção. Nas duas direções há:

- ◆ **Mínimo de Tensão** (lado BT) – verificar se a tensão cai para um valor inferior ao dado pelo parâmetro **USecBlk** ou pelo parâmetro **UTerBlk**, dependendo se a tensão está a ser regulada no enrolamento secundário ou no terciário, respetivamente. No entanto, desde que esta condição esteja ativa e as duas medidas estejam disponíveis, os dois níveis de tensão são verificados e os alarmes ativados apesar de apenas um levar ao bloqueio da função; **Undervoltage** (HV side) – check if the measured HV side voltage drops to a value lower than the one given by setting **UPr**;
- ◆ **Máximo de corrente** – (lado AT ou lado BT, dependendo das ligações feitas) verificar se a corrente excede o valor dado pelo parâmetro **IBlk**.

Numa direção:

- ◆ **Mínimo de Tensão** (lado BT) – verificar se a tensão cai para um valor inferior ao dado pelo parâmetro **USecMin** ou pelo parâmetro **UTerMin**, dependendo se a tensão está a ser regulada no secundário ou terciário, respetivamente. No entanto, desde que esta condição esteja ativa e as duas medidas disponíveis, os dois níveis de tensão são verificados e os alarmes ativados apesar de apenas um levar ao bloqueio da função. Esta condição bloqueia comandos de descida de tensão;
- ◆ **Máximo de Tensão** (lado BT) – verificar se a tensão exceder o valor máximo dado pelo parâmetro **USecMax** ou pelo **UTerMax**, dependendo se a tensão está a ser regulada no secundário ou terciário, respetivamente. No entanto, assim que esta condição esteja ativa e as duas medidas disponíveis, tanto os níveis de tensão são verificados e os alarmes ativados mesmo apesar de apenas um levar ao bloqueio. Esta condição bloqueia os comandos de subida de tensão;

- ◆ **Número máximo de comandos de subida** – verifica se o número de comandos de subida alcança um limiar configurado (parâmetro **LimiterMaxCmds**) durante um intervalo de tempo definido (parâmetro **LimiterInterval**). Esta condição bloqueia comandos de subida durante um determinado período de tempo (parâmetro **LimiterBlockedTime**) ou até que um controlo seja dado no alarme que sinaliza esta situação (saída **URaiseLimiterAlarm**).

Quando o transformador está a operar em modo automático, uma condição adicional que não depende da configuração e bloqueia comandos nas duas direções é verificada:

- ◆ **Transformador desligado.** A verificação se o transformador se encontra desligado é efetuada através da observação das entradas **PrCon**, **SecCon**, **TerCon** que informam se o transformador está ligado no enrolamento primário, secundário e terciário, respetivamente. Se o lado AT do transformador estiver desligado a função é automaticamente bloqueada, no entanto, se o lado AT estiver conectado mas o lado BT for desligado, a função apenas irá bloquear se o Modo Tranking não for ativo (esta característica opcional é parte da operação paralela e será explicada depois). A saída **TrDiscBlocked** sinaliza quando a função é bloqueada por este motivo;
- ◆ Finalmente, a função de Controlo Automático de Tensão garante várias entradas para o bloqueio que pode ser livremente associadas a qualquer condição definida pelo utilizador. Estas podem ser usadas para bloquear comandos nas duas direções para modos manuais e automáticos (entrada **Block**) ou apenas modo automático (entrada **AutoBlock**) ou em apenas uma direção. Para este último caso, o utilizador pode criar condições para bloquear comandos de subida para o modo automático e manual (entrada **URaiseBlock**) ou modo automático apenas (entrada **AutoURaiseBlock**) ou pode criar condições para bloquear comandos de descida para o modo automático e manual (entrada **ULowerBlock**) ou modo automático apenas (entrada **AutoULowerBlock**).



É aconselhável ligar as saídas **URaiseBlocked** e **ULowerBlocked** da função Controlo e Supervisão do Comutador de Tomadas (consultar a secção 5.34 - Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas) às entradas **URaiseBlock** e **ULowerBlock**, respetivamente. Isto irá adicionar as condições de bloqueio do comutador de tomadas tais como fim de tomada e erro de tomada, entre outros.

Sempre que uma condição de bloqueio é detetada, a função será bloqueada até que a condição deixe de se verificar ou até estar inativa na configuração (para condições ativadas através de parametrização). Se a condição estiver ativa apenas para o modo automático, mudar para modo manual irá desbloquear a função, permitindo comandos manuais dados pelo operador.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída Health é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Medida selecionada no parâmetro **Meas** não é possível obter;
- ◆ Falta ligação da entrada **PrCon** e entrada **SecCon** e / ou entrada **TerCon**, dependendo se apenas um ou mais são necessários;
- ◆ Falta de medida de tensão para nível de prioridade configurado no parâmetro **PriorityLevel**;
- ◆ Falta de potência ativa e/ ou reativa quando a compensação da queda de tensão está ativa;
- ◆ Nível atual a ser regulado não é o prioritário e o compensação da queda de tensão está ativo sem o parâmetro **TerEqual2Sec** ativo

A saída **Health** é definida para Aviso se:

- ◆ Uma condição de bloqueio é ativada e a medida necessária para a sua verificação não está disponível;
- ◆ O nível a ser regulado pode mudar para não-prioritário devido a transformadores ligados em paralelo, no entanto, existem entradas que não estão disponíveis para esse nível (por exemplo, medida selecionada no parâmetro **Meas**) ou compensação da queda de tensão está ativa mas o parâmetro **TerEqual2Sec** não está.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

Operação Paralela

Dois ou mais transformadores estão em paralelo quando estão ligados ao mesmo barramento ou quando cada um alimenta um barramento diferente e o disjuntor que liga as barras está fechado. Nesta situação, o critério usado para um transformador operando independentemente não é suficiente para a Regulação Automática de Tensão.

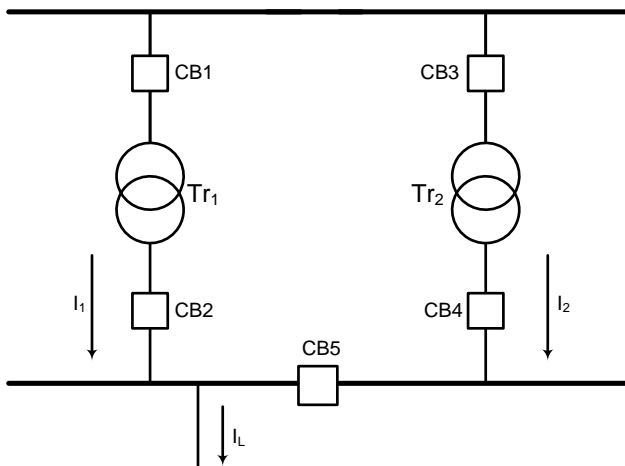


Figura 5.44. Transformadores a funcionar em paralelo.



O parâmetro **TrIndex** tem que ser configurado com valores diferentes para cada transformador no paralelo para que os parâmetros e as entradas que identificam o transformador, usando a palavra chave **Tr_x** (**x** representa o índice do transformador), são corretamente usadas.

Se se considerar que os dois transformadores em paralelo mostrados na Figura 5.44 são idênticos, com comutadores de tomadas, inicialmente na mesma tomada e a trabalhar em modo automático seguindo o critério usado na operação independente, é possível ter uma situação na qual o comutador de tomadas reage rapidamente à necessidade de comando de subida de tensão, quando ΔU é negativa, enquanto o outro reage mais rápido à necessidade de comandos de descida, quando ΔU é positivo. Esta tendência do comutador de tomadas reagir mais rápido que outro num caso e não no outro é algo que, em geral, será mantido durante o ciclo de vida do sistema e como consequência a diferença de tomadas entre os dois irá continuar a aumentar o que leva a uma corrente de circulação. Ao longo do tempo, tal pode resultar em comutadores de tomadas em posições opostas o que pode originar correntes de circulação muito altas e perda de controlo. Para impedir esta situação e manter o equilíbrio entre os transformadores em paralelo, a função de Controlo Automático de Tensão suporta dois métodos de controlo para operação paralela (parâmetro **ParMod**):

- ◆ **Master - Follower** para transformadores que são iguais ou idênticos;
- ◆ **Minimização de corrente de circulação** que suporta transformadores diferentes em paralelo.

Independentemente do método de controlo selecionado, a função Controlo Automático de Tensão pode ser usada para controlar um transformador que tem até 8 transformadores a operar em paralelo, no entanto, para a função operar corretamente é necessário equipá-la com a informação sobre a configuração da subestação de modo a determinar, num determinado momento, que transformadores estão em paralelo. Assim, cada uma deve agrupar todas as condições lógicas associadas ao respectivo transformador e deve trocar essa informação com as restantes.



É aconselhável usar GOOSE para trocar a informação precisa pelo Controlo Automático de Tensão, no entanto, é importante realçar que o atraso máximo para receber uma mudança de dados não deve ser superior a 250ms.

Tal pode ser conseguido ligando às entradas **PrCon**, **SecCon** e **TerCon** as condições que determinam se o primário, secundário e terciário, respetivamente, são ligados e por sua vez obtidos se o transformador é operacional através do secundário e/ ou terciário verificando as saídas **TrConSec** e **TrConTer** que sinalizam se o transformador está energizado no lado AT e ligado ao barramento no secundário e no terciário, respetivamente. Se estes forem mudados, a condição lógica de paralelo entre cada par de transformadores pode ser obtida combinando, através da lógica definida pelo utilizador, a informação de cada ligação do transformador e, eventualmente, o estado do disjuntor interbarras se estiver presente. O resultado da condição tem que estar ligado à entrada **Tr_xParSec** ou **Tr_xParTer** (**x** representa o índice do transformador em paralelo), dependendo se está em paralelo com o secundário ou com o terciário.



Na opção de três enrolamentos do transformador, quando dois ou mais enrolamentos estiverem a operar em paralelo, é considerado se o paralelo é fechado ou não ao escolher o nível no qual a regulação será efetuada. A ligação em paralelo num dos níveis de tensão é decisivo para permitir a regulação da tensão mesmo que esse não seja o nível de prioridade.

A Figura 5.44 mostra a saída **TrConSec**, de cada função, que tem que ser mudada entre cada TPU S430, responsável pela regulação de tensão em cada transformador, e usada para informar quando o paralelo está fechado. Neste exemplo, **TrConSec**, recebido de Tr₂, tem que ser compatível, na lógica definida pelo utilizador, com posição CB5 igual a fechado e o resultado ligado à entrada **Tr2ParSec** indicando assim quando o transformador Tr₂ está paralelo ao Tr₁. De modo idêntico, **TrConSec**, recebido de Tr₁, tem que ser compatível, na lógica definida pelo utilizador, com posição CB5 igual ao fechado e o resultado ligado à entrada **Tr1ParSec**.

Após este passo, o próximo passo é trocar informação no modo de operação de cada transformador (modo automático e manual). Tal pode ser alcançado partilhando a saída **AutoMode** (verdadeiro se no modo automático) e ligando-a à entrada **TrxAutoMode** (**x** representa o índice do transformador).

Se o facto do transformador paralelo estar bloqueado é o motivo suficiente para bloquear todos os transformadores envolvidos no paralelo, a saída **BayBlocked** deverá ser trocada e ligada a cada **TrxBlocked**.



A saída **BayBlocked** deve ser a trocada e ligada à entrada **TrxBlocked** porque a saída **Block** agrega todas as causas de bloqueio incluindo indicação de bloqueio recebida do transformador em paralelo que, se usado neste contexto, deveria resultar num bloqueio sem saída.

A Figura 5.45 mostra as entradas usadas para resolver o paralelo. Estas são apresentadas para cada um dos oito transformadores suportados e, a partir deste ponto, qualquer referência irá incluir o **x** que representa o índice do transformador associado à entrada. Estas ligações mostradas são obrigatórias independentemente do método de controlo selecionado. De salientar que nesta ilustração, as saídas **TrConSec** e **TrConTer** estão ligadas diretamente às entradas **TrxParSec** e **TrxParTer**, no entanto, tal é para ilustrar a necessidade do seu uso em condições que irão determinar se o transformador correspondente está em paralelo.

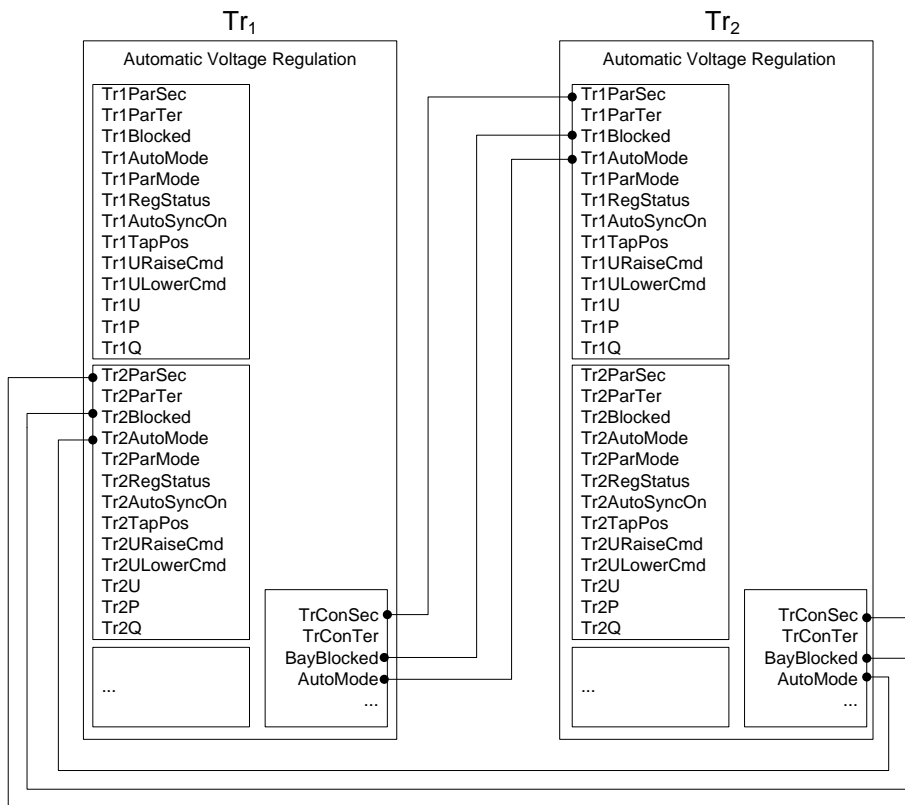


Figura 5.45. Ligações necessárias para operação paralela.

Sempre que um transformador estiver ligado ao paralelo com um modo diferente (modo automático/ manual) é decidido através de parametrização (**ManAutoPriority**) qual o modo prevalente. Por defeito, o modo automático tem mais prioridade e assim, se um transformador que está em modo automático é ligado ao paralelo em que todos os transformadores estão em modo manual, todos irão mudar para modo automático.



O parâmetro **ManAutoPriority** deve ser definido para a mesma opção para todos os transformadores. Caso contrário, os transformadores envolvidos no paralelo selecionarão, neste caso, modos diferentes.

Quando ocorre uma mudança de modo num transformador já em paralelo, é possível configurar através do parâmetro (parâmetro **ManAutoChange**) o comportamento dos restantes. As opções disponíveis são:

- ◆ **SEGUIE O MODO** – se esta opção for selecionada todos os transformadores em paralelo irão seguir qualquer mudança no modo. Por exemplo, se um transformador muda de manual para automático, todos os transformadores envolvidos no paralelo irão mudar para modo automático e vice versa;
- ◆ **ADAPTA O MODO** – quando esta opção é selecionada, se um transformador muda para modo manual, os restantes transformadores no paralelo irão operar em modo automático e irão adaptar-se ao que está em manual. A saída **AdaptMode** sinaliza quando este modo está ativo, no entanto, o princípio de operação aplicado a este modo depende do método de controlo selecionado e será explicado em detalhe mais tarde;
- ◆ **MANUAL** – sempre que for detetado que um transformador em paralelo está a operar em modo diferente, todos os transformadores envolvidos no paralelo irão mudar o seu modo para manual.



O parâmetro **ManAutoChange** deve ser definido para a mesma opção para todos os transformadores.

A função Regulação Automática de Tensão suporta características opcionais que podem ser ativadas através da parametrização e disponível para os dois métodos de controlo:

- ♦ **Modo de Acompanhamento (TrackingMode).** Com esta característica opcional ativada (parâmetro **TrackMode**), a função pode gerar comandos para o comutador de tomadas mesmo quando transformador está energizado através do lado AT mas desligado no lado BT desde que seja possível determinar que transformadores fariam parte do paralelo se o lado BT estivesse ligado. Tal irá assegurar que o comutador de tomadas está na tomada correcta quando o lado BT é ligado novamente.

A saída **TrackingMode** sinaliza quando este modo está ativo mas o princípio de operação usado depende do método de controlo selecionado e como tal será dada uma explicação aprofundada mais tarde, no entanto, é importante salientar que enquanto esta característica está ativa, o regulador comporta-se como se ainda estivesse em paralelo em termos de modo manual/ automático e, assim, irá seguir as regras definidas pelo parâmetro **ManAutoChange**. A única exceção é quando o modo é mudado para manual pelo utilizador, caso em que o **tracking mode** é desligado e o parâmetro **ManAutoChange** ignorado até que o utilizador mude novamente para modo automático;

- ♦ **Impedir tomadas simultâneas** de transformadores no paralelo. Tal é feito para expor apenas um comutador de tomadas de cada vez à possibilidade de erro, porque, por exemplo, uma interrupção inesperada da tensão auxiliar a meio de uma manobra pode bloquear o comutador de tomadas, especialmente aqueles de desenho mais antigo. Esta característica é ativada através do parâmetro **ForbidSimTap** e é resolvido de forma diferente para cada método de controlo;
- ♦ **Modo tensão média** em que a tensão é medida individualmente para cada transformador e depois trocado (saída **U**) entre estes de modo a usar o valor médio no método de controlo e para calcular todos os alarmes/ bloqueios de mínimo de tensão e máximo de tensão no lado BT. Contudo, a saída **U** irá refletir o valor medido e não o valor médio.

Esta característica pode ser ativada através do parâmetro **UMeanMode** e a tensão medida em cada transformador pode ser recebida na entrada **TrxU**;

- ♦ **Supervisão da tensão desajustada** em que a função recebe a tensão medida para cada transformador e verifica se uma das tensões se desvia do valor médio mais que o valor permitido dado pelo parâmetro **UDiff**. As tensões medidas abaixo da dada pelo parâmetro **USecBlk** ou pelo parâmetro **UTerBlk** (dependendo do nível a ser regulado) são automaticamente excluídas da média de modo a filtrar valores medidos de TTs falhados. O facto da tensão ser excluída da média é motivo suficiente para sinalizar a tensão desajustada na saída **UDiffAlarm** se o parâmetro **UDiffAction** é diferente de NENHUM.

Se o **modo de tensão média** está ativo e o parâmetro **UDiffAction** está definido para ALARME, a regulação de tensão será feita sem usar os valores irregulares detetados. Por outro lado, se o parâmetro **UDiffAction** é definido para bloquear (modo automático e manual ou apenas modo automático) a função irá bloquear após o tempo de atraso configurado no parâmetro **UDiffTime** ter passado o que bloqueará todos os transformadores no paralelo;

- ♦ **Supervisão da posição da tomada** em que a função recebe a posição do comutador de tomadas de cada transformador presente no paralelo e sinaliza quando a diferença de tomada máxima configurada é detetada (parâmetro **MaxDiffTapx**), usando as saídas **MaxTapDiffxAlarm**. Para cada comutador de tomadas é possível configurar um offset (positivo ou negativo) que é adicionado à posição de tomada atual do transformador em paralelo antes de se verificar a diferença da tomada.

Esta característica pode ser configurada como alarme ou como condição de bloqueio através do parâmetro **TapDiffAction**.

Características opcionais exclusivas de cada método de controlo são explicadas adiante.

Medidas Usadas

As mesmas medidas para a operação independente são necessárias para o caso paralelo, no entanto, a tensão medida no transformador (saída **U**), a potência ativa (saída **P**) e a potência reativa (saída **Q**) podem precisar de ser trocadas entre as funções associadas a cada transformador, dependendo do método de controlo selecionado e as características opcionais ativadas.



Ao configurar as entidades que estão ligadas à função de Regulação Automática de Tensão, sejam U, P ou Q, recebidas através de GOOSE, tanto a Amplitude (mag) e a Amplitude Instantânea (instMag) devem estar presentes na mensagem de GOOSE.

Para além disso, os campos Unit e Multiplicador terão também de ser configurado corretamente para cada entidade.

Método Master-Follower

O método de control Master-Follower deve ser usado apenas quando os transformadores no paralelo são construtivamente idênticos permitindo que um seja configurado como Master e os restantes como Followers. Adicionalmente, a saída **ParMode** do transformador a trabalhar como Master tem que ser recebida pelos Followers e ligado à entrada **TrxParMode** para estes poderem identificar o Master.

O critério usado pelo Master para desempenhar os ajustes de tensão necessários são os mesmos que os usados para um transformador a trabalhar isoladamente, a única diferença é que se a opção compensação da queda de tensão está ativa, a potência ativa e reativa total terá de ser usada e não apenas as medidas pelo Master. Considerando isto, a função de Regulação Automática de Tensão disponibiliza estas medidas nas saídas P e Q que têm ser recebidas pelo Master nas entradas **TrxP** e **TrxQ**.

Quando é gerada uma ordem pelo Master e executada pelo comutador de tomadas associado, os Followers em paralelo devem executá-la de modo a evitar correntes de circulação elevadas. Tal é conseguido através de dois métodos:

- ◆ Seguir Comando;
- ◆ Seguir Tomada.

Quando a opção Seguir Comando é selecionada, os comandos gerados pelo Master para subir ou descer a posição da tomada originam o mesmo comando em todos os Followers, ou, por outras palavras, o Master é seguido de forma incontestável por todos os Followers no paralelo, independentemente da sua posição. Neste caso, a posição da tomada irá permanecer igual para todos os comutadores de tomadas no paralelo desde que estes se encontrem inicialmente na mesma tomada e nenhum foi retirado do paralelo. Contudo, se um transformador é removido do paralelo e, por exemplo, uma ordem de subida é gerada pelo Master, o transformador irá meter-se atrasado uma posição em relação aos restantes transformadores quando é reconectado ao grupo. Neste caso, é obrigatório os Followers receberem os comandos de subida e descida de tensão nas entradas **TrxURaiseCmd** e **TrxULowerCmd**, respetivamente.

Quando a opção Seguir Tomada é selecionada, os que estão a trabalhar como Followers adotam a posição do Master ou adotam-na com um offset configurado, que pode ser positivo ou negativo (parâmetro **OffsetTapx**, em que x significa o índice do Master). A posição do Master é obrigatória para esta opção e deve ser ligada à entrada **TrxTapPos**, em que x significa o índice do Master.

O método control Master-Follower suporta as características opcionais descritas abaixo.

Modo Sincronização Automática

A sincronização automática permite retificar situações em que mais que um Master está ligado ao paralelo ou situações em que o Master foi desligado do paralelo e um novo deve ser selecionado. Em todo o caso, o transformador com o índice mais baixo entre os que estão com este modo ativo (parâmetro **AutoSyncMode**) será sempre selecionado como Master, no entanto, se após um tempo (interno) a situação não é normalizada, a função é bloqueada.

Cada função que tem este modo ativo tem que informar as outras deste facto ao partilhar o estado da saída **AutoSync** e ligando-a à entrada **TrxAutoSyncOn** de cada transformador em paralelo. Dado que o Master pode mudar a qualquer altura, as ligações e configurações que seriam exclusivas ao Master ou aos Followers, têm de ser efetuadas para todos os transformadores de modo que estes possam operar tanto como Master ou como Follower. Quando um master se torna num Follower, irá seguir o novo Master usando o método Seguir Comando se apenas as entradas **TrxURaiseCmd** e **TrxULowerCmd** estão ligadas ou a opção Seguir Tomada se apenas a entrada **TrxTapPos** está ligada. Se todos estiverem disponíveis para o Master atual, a opção Seguir Comando é selecionada.

Adapta ao Modo

Esta característica opcional permite ao transformador manter o modo automático mesmo numa situação em que um transformador que pertence ao paralelo muda o seu modo para manual. Neste caso, pode-se identificar duas situações distintas:

- ◆ Master colocado em manual - Followers continuam a seguir o master, no entanto, os comandos de subida ou de descida não são gerados automaticamente pelo Master usando a função de Regulação Automática de Tensão mas manualmente pelo operador;
- ◆ Follower colocado em manual – O Follower é excluído da regulação de tensão, ignorando assim todos os comandos gerados pelo Master.

Notar que apenas os transformadores com este modo ativo podem manter o modo automático na presença de um em modo manual. A saída **AdaptMode** sinaliza se um transformador está a adaptar-se a outro que se encontra em modo manual.

Modo de Acompanhamento

Se esta funcionalidade for ativada na configuração, podem ocorrer as seguintes situações quando um transformador é energizado através do lado AT mas desligado do lado BT:

- ◆ Se o transformador está a operar como Follower, irá continuar a seguir o Master como se o lado BT estivesse desligado;
- ◆ Se o transformador estiver a operar como Master, a função irá bloquear porque não haverá um Master para seguir. No entanto, se o modo de Sincronização Automática estiver ativo e um novo Master poder ser encontrado, o transformador irá mudar o seu modo para Follower e seguir o novo Master desde que tenha sido configurado corretamente, como explicado antes.

Impedir Comutação Simultânea

Para além de ativar esta funcionalidade, o utilizador terá que configurar um atraso para cada follower (parâmetro **MFTapDelay**) de modo a distribuir as mudanças de tomada de forma uniforme entre os transformadores em paralelo. Quando um comando é recebido pelo Follower, a manobra irá começar apenas após o atraso ter passado o que terá que ser configurado tendo em mente o tempo de manobra de cada comutador de tomadas.

Esta característica só pode ser ativada quando a opção Seguir Tomada é usada.

Modo Tensão Média

Esta característica deve ser ativada no transformador a operar como Master para que o valor médio possa ser usado pelo algoritmo de regulação de tensão.

Supervisão da Diferença de Tensão Medida

Para reduzir a complexidade de configuração, a supervisão da diferença de Tensão Medida deve ser feita pelo transformador a operar como Master.

Supervisão da Posição da Tomada

Para reduzir a complexidade de configuração, o Master pode receber a posição da tomada de todos os Followers, onde a supervisão de posição de tomada é feita apenas por este ou é possível ter cada Follower a supervisionar a diferença de tomadas entre eles e o Master. Esta última opção adapta-se melhor quando a opção Segue Tomada é selecionada.

Método Corrente em Circulação

O método de corrente de circulação pode ser usado independentemente dos transformadores serem construtivamente idênticos ou não e tem como princípio base a estimação da corrente que circula no paralelo de modo a compensar possíveis desequilíbrios.

Se considerarmos que os dois transformadores na Figura 5.44 têm relações de transformação diferentes porque estão em tomadas distintas, a tensão em vazio de cada um deles será diferente apesar da tensão no secundário ser a mesma dado que estão ligados ao mesmo barramento. Nesta situação, haverá uma corrente que se fecha no paralelo dos dois transformadores, adicionando-se à corrente de carga no que apresenta a maior tensão em vazio e subtraindo-se no que apresenta a menor. Esta corrente pode assumir valores consideráveis dado que só é limitada pela soma das impedâncias dos dois transformadores.

Se considerarmos que a impedância do transformador é praticamente reativa pura, pode se assumir que esta corrente é indutiva, alterando em termos de amplitude e fase as frações da corrente total de carga que se fecham por cada um dos transformadores. De facto, numa situação de equilíbrio, as correntes em cada um dos transformadores estão quase em fase, repartindo-se numa proporção inversa das respectivas impedâncias. Quando os comutadores de tomadas estão em posições diferentes, a corrente no transformador com a maior tensão em vazio aparecerá em atraso em relação à do outro.

A corrente de circulação é calculada considerando os valores da potência ativa e reativa recebidos a partir de cada transformador no paralelo e calculada usando a expressão:

$$I_{circ} = \frac{1}{U_i} \left(Q_i - \frac{Q_{total}}{P_{total}} P_i \right) \quad (5.69)$$

Em que:

- ◆ U_i : tensão fase fase medida no transformador;
- ◆ P_i : potência ativa medida no transformador;
- ◆ Q_i : potência reativa medida no transformador;
- ◆ P_{total} : soma da potência ativa;
- ◆ Q_{total} : soma da potência reativa.

Se a potência ativa total fornecida pelos transformadores no paralelo for demasiado pequena, a expressão anterior não pode ser usada e, como tal, uma expressão alternativa, baseada na reactância paralela (X_i), é antes usada:

$$I_{circ} = \frac{1}{U} \left(Q_i - Q_{total} \frac{1/X_i}{\Sigma(1/X_n)} \right) \quad (5.70)$$

Em que:

X : reactância do transformador dada pelos parâmetros **TrxX**, em que **x** representa o índice do transformador;

Para que esta equação seja usada por defeito, o parâmetro **ICircCalc** deve ser definido para CALC2.



O valor de corrente de circulação está disponível na saída **ICirc**.

Depois de obter a corrente de circulação, é possível gerar comandos de subida ou descida baseados em dois princípios. Em primeiro lugar, a variação de tensão correspondente pode ser adicionada à tensão medida de modo a obter o desvio de tensão usado no algoritmo (parâmetro **ParMod** definido para CORRENTE CIRC) ou, opcionalmente a compensação de corrente de circulação pode ser feita de forma independente da regulação de tensão (parâmetro **ParMod** definido para CORRENTE CIRC IND).

Com a primeira opção seleccionada, o desvio de tensão é obtido por:

$$\Delta U = (U_i + U_{I_{circ}}) - U_0 \quad (5.71)$$

Com:

$$U_{I_{circ}} = k X_i I_{circ} \quad (5.72)$$

Em que:

X_i : reactância do transformador dada pelo parâmetro **TrxX**, em que **x** representa o índice do transformador;

- ◆ k : parâmetro **ICirck** que pode ser configurado para atribuir um maior ou menor peso à função de minimização da corrente de circulação.

Com a segunda opção seleccionada, o critério descrito para a operação independente é usado mas os comandos são também gerados se a corrente de circulação exceder o valor de limiar configurado no parâmetro **MaxICirc1**. Se o sentido do comando por minimização da corrente de circulação for contrário ao de um eventual comando por variação da tensão no barramento, este último tem prioridade.



Para o método de corrente de circulação independente (opção dois) é obrigatório partilhar as saídas **RegStatus** (informação sobre o estado da regulação de tensão) entre os transformadores no paralelo ao ligar-las às entradas **TrxRegStatus**. Esta medida de segurança adicional é considerada para assegurar a estabilidade do algoritmo.



A opção para adicionar o desvio da tensão causado pela corrente de circulação à expressão geral do desvio da tensão (opção um) é aconselhável face à operação independente por corrente de circulação (opção dois), dado que esta facilmente assegura que os comandos sobre o comutador de tomadas são consistentes e que a operação paralela é estável.

A opção dois é usada preferencialmente em situações em que a banda morta admissível para o desvio de tensão é relativamente grande (mais que uma tomada), mas é necessário um ajuste mais preciso das tomadas do transformador, afim de evitar correntes de circulação altas.

O método de controlo de minimização de corrente de circulação suporta as funcionalidades opcionais descritas abaixo.

Modo Adaptar

Esta funcionalidade opcional permite que um transformador mantenha o modo automático mesmo numa situação em que um transformador pertencente ao paralelo mude o seu modo para manual. Neste caso, os transformadores ainda em modo automático irão se adaptar ao modo manual. Assim, o desvio da tensão associado à corrente de circulação (U_{circ}) é calculado e comparado diretamente com a banda morta externa ΔU_{Ext} , com as seguintes considerações:

- ◆ $|U_{\text{circ}}| > \Delta U_{\text{Ext}}$ e $U_{\text{circ}} > 0$ – comando de descida;
- ◆ $|U_{\text{circ}}| > \Delta U_{\text{Ext}}$ e $U_{\text{circ}} < 0$ – comando de subida;
- ◆ $|U_{\text{circ}}| < \Delta U_{\text{Ext}}$ - não é gerado comando.

Esta funcionalidade está disponível apenas para a primeira opção do método de minimização de corrente de circulação e apenas quando um, e apenas um, transformador está em modo manual.

A saída **AdaptMode** sinaliza quando o transformador está a adaptar-se a um que se encontra em modo manual.

Modo Tracking

Se se reunirem as condições necessárias para que este modo esteja ativo, a função irá calcular o valor médio da tensão baseado nas tensões medidas nos transformadores que estariam em paralelo se o lado BT estivesse ligado (recebido nas entradas **TrxU**). O valor médio é então usado no critério que foi descrito para a operação do transformador isolado. A saída **U** irá refletir, excecionalmente, o valor médio calculado e não o medido, que neste caso seria inválido.

Impedir tomadas simultâneas

Se esta característica for ativada, a saída **RegStatus** de cada função tem que ser trocada e ligada às entradas **TrxRegStatus**. Esta saída dá informação sobre o estado da regulação da tensão em cada transformador e, como tal, será usada para distribuir os comandos uniformemente entre os transformadores em paralelo. A ordem pela qual os transformadores irão comutar depende da corrente de circulação calculada por isso o primeiro transformador que irá comutar é o que tem maior corrente de circulação, após um atraso de T1, e se for necessário mais comutações, o próximo com maior corrente de circulação entre os transformadores restantes irá comutar após um atraso de T2 e assim sucessivamente até a situação ser regularizada, momento esse em que o algoritmo é reiniciado. Se dois transformadores têm a mesma corrente de circulação, o que tiver o menor índice irá comutar primeiro.

Modo tensão média, Supervisão de tensão desajustada e supervisão de posição da Tomada

Estas funcionalidades opcionais estão disponíveis para a minimização de corrente de circulação como descrito antes.

Supervisão da corrente de circulação

É possível configurar dois limiares (parâmetros **MaxlCirc1** e **MaxlCirc2**) para a corrente de circulação que podem ser selecionados como alarme ou como condições de bloqueio, através dos parâmetros **MaxlCirc1Action** e **MaxlCirc2Action**, respetivamente. Para cada um, é também possível configurar um atraso (parâmetros **MaxlCirc1Alarm2Time** e **MaxlCirc2Alarm2Time**) que irão ativar um segundo alarme ou, no caso de ter sido selecionado como condição de bloqueio, atrasar o bloqueio da função dado que este ocorre apenas quando o segundo alarme é ativado.

O primeiro limiar, definido pelo parâmetro **MaxlCirc1**, é também o usado na opção dois do método de minimização de corrente de circulação.

Condições de Bloqueio

Todas as condições de bloqueio identificadas para o transformador a operar isoladamente permanecem válidas para o caso paralelo e, como tal, apenas as que pertencem exclusivamente ao paralelo são explicadas aqui. Todas estas condições bloqueiam a função nas duas direções, no entanto, podem estar disponíveis para ambos os métodos de controlo ou apenas para um deles.

Comum aos dois métodos de controlo, existem as seguintes condições de bloqueio:

- ◆ **Dados paralelos inválidos.** A função será bloqueada se for impossível concluir se o transformador está em paralelo ou está mas os dados necessário para o método de controlo configurado são inválidos. No entanto, se existirem dados inválidos mas a regulação pode continuar porque é possível concluir que o transformador está isolado ou porque os dados se referem a um transformador que não está paralelo, apenas um alarme será ativado (saída **ParDataAlarm**). A validade dos dados recebidos nas entradas pode ser determinada através das suas qualidades.

Esta condição é verificada automaticamente sem a necessidade de configuração sempre que a função estiver a operar no modo automático. A saída **ParDataBlocked** é usada para sinalizar quando a função estiver bloqueada por este motivo.

- ◆ **Supervisão da diferença de tensão medida.** Se esta funcionalidade está ativa, a função irá bloquear se a tensão medida se desvia da tensão média calculada por um a valor superior ao máximo permitido. A saída **UDiffBlocked** é usada para sinalizar quando a função é bloqueada por este motivo;
- ◆ **Transformador em paralelo bloqueado.** A função irá bloquear se estiver a operar em modo automático e é recebida uma indicação que um dos transformadores em paralelo foi bloqueado. Esta condição depende se as ligações necessárias foram efetuadas;
- ◆ **Supervisão da posição de tomada.** Se esta funcionalidade estiver ativa como condição de bloqueio, a função irá bloquear quando se detetar que a diferença de tomada é maior que o permitido. A saída **TapDiffBlocked** é usada para sinalizar quando a função é bloqueada por este motivo;
- ◆ Transformadores em paralelo com o enrolamento secundário e terciário em simultâneo (apenas para a opção de três enrolamentos). Neste caso, é impossível determinar se os dados recebidos são referentes ao secundário ou ao terciário (saída **ParDataAlarm** e saída **ParDataBlocked** ativas neste caso).

As seguintes condições de bloqueio estão disponíveis apenas para o método Master-Follower:

- ◆ **Nenhum Master detetado.** A função é bloqueada se o transformador está a operar como Follower e não há um Master presente no paralelo e o modo de Sincronização automática não está ativo em qualquer um dos restantes ou está e não foi possível resolver o problema no tempo previsto. Esta verificação é automática sem requerer configuração sempre que o método de controlo selecionado é Master-Follower e a função está a operar em modo automático. A saída **NoMasterBlocked** é usada para sinalizar quando a função está bloqueada por este motivo;
- ◆ **Múltiplos Masters detetados.** Múltiplos Masters foram detetados no paralelo e o modo Sincronização Automática não está ativa neles ou está e não foi possível resolver o problema no tempo previsto. Esta condição é verificada automaticamente sem necessidade de configuração sempre que o método de controlo selecionado é Master-Follower e a função está a operar em modo automático. A saída **MultMasterBlocked** é usada para sinalizar quando a função está bloqueada por este motivo;

As seguintes condições de bloqueio estão disponíveis apenas para o método de controlo de Minimização de Corrente de Circulação:

- ◆ **Supervisão da corrente de circulação.** Dois limiares podem ser configurados para a corrente de circulação, cada um com dois alarmes, o primeiro ativa assim que o limiar configurado é excedido, o segundo alarme é ativado após o tempo configurado ter decorrido. A verificação de cada limiar terá que ser ativado através do parâmetro configurado como alarme ou como condição de bloqueio, no entanto, caso um seja selecionado como condição de bloqueio, a função apenas irá bloquear quando o segundo alarme é ativado. A saída **MaxiCirBlocked** é usada para sinalizar quando a função está bloqueada por este motivo.

A saída **ParallelBlocked** agrega todas as condições relacionadas com o paralelo e pode ser usado, por exemplo, para mudar o modo de operação para manual ou para desfazer o paralelo, o que irá desbloquear a função.

Condição da Função

Para além das condições para operação do transformador independentemente, a função de Regulação Automática de Tensão não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme sempre que há ligações mandatórias em falta para o método de controlo selecionado. Por outro lado, a saída **Health** é definida para alarme se existirem ligações em falta que são mandatórias para a funcionalidade opcional em que esta será desativada.

Adicionalmente, a condição da saída pode também ser definida para aviso quando a tensão medida para o nível não-prioritário estiver em falta e existirem entradas ligadas à função que indicam que o nível de tensão regulado pode mudar devido a transformadores ligados ao paralelo com nível não-prioridade.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.33.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.108 e Tabela 5.109, respetivamente.

Tabela 5.108. Entradas de função de Regulação Automática de Tensão.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
IPr	IPr	ANL CAN	-	Correntes do enrolamento primário
ISec	ISec	ANL CAN	-	Correntes do enrolamento secundário
ITer	ITer	ANL CAN	-	Correntes do enrolamento terciário
UPr	UPr	ANL CAN	-	Tensões do enrolamento primário
USec	USec	ANL CAN	-	Tensões do enrolamento secundário
UTer	UTer	ANL CAN	-	Tensões do enrolamento terciário
Block	Bloqueio	DIG	5	Bloqueio total (modo manual e automático)
AutoBlock	Bloqueio (auto)	DIG	5	Bloqueio total do modo automático
URaiseBlock	Bloq Subida	DIG	4	Bloqueio de comandos de subida (modo automático/ manual)
AutoURaiseBlock	Bloq Subida (auto)	DIG	4	Bloqueio de comandos de subida (modo automático)
ULowerBlock	Bloq descida U	DIG	4	Bloq de comandos de descida
AutoULowerBlock	Bloq Descida (auto)	DIG	4	Bloqueio de comandos de descida (modo automático)
PrCon	Pr Ligado	DIG	1	Enrolamento primário ligado
SecCon	Sec Ligado	DIG	1	Enrolamento secundário ligado
TerCon	Ter Ligado	DIG	1	Enrolamento terciário ligado
TapChgPos	Pos Comutador	INT	1	Posição de comutador de tomadas
TapChgBusy	Comutador em Execução	DIG	3	Comutador de tomadas encontra-se a executar um comando
TapOrderInv	Relação U/ Tomada	DIG	1	Relação direta/ inversa entre tensão e tomada
AccSec	Aceleração (sec)	DIG	2	Aceleração da regulação de tensão no enrolamento secundário
AccTer	Aceleração (ter)	DIG	2	Aceleração da regulação de tensão no enrolamento secundário
URefVar1Sec	Uref Var1 (sec)	DIG	2	Varição da tensão de referência para o enrolamento secundário (1)
URefVar2Sec	Uref Var2 (sec)	DIG	2	Varição da tensão de referência para o enrolamento secundário (2)

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
URefVar3Sec	Uref Var3 (sec)	DIG	2	Variação da tensão de referência para o enrolamento secundário (3)
URefVar1Ter	Uref Var1 (ter)	DIG	2	Variação da tensão de referência para o enrolamento terciário (1)
URefVar2Ter	Uref Var2 (ter)	DIG	2	Variação da tensão de referência para o enrolamento terciário (2)
URefVar3Ter	Uref Var3 (ter)	DIG	2	Variação da tensão de referência para o enrolamento terciário (3)
Tr1ParSec	Tr1 Par Sec	DIG	1	Indicação de ligação em paralelo de secundário com o transformador 1
TR1ParTer	Tr1 Par Ter	DIG	1	Indicação de ligação em paralelo de terciário com o transformador 1
Tr1Blocked	Tr1 Bloq	DIG	1	Indicação de transformador 1 bloqueado
Tr1AutoMode	Tr1 Modo Auto	DIG	1	Modo de operação (man/ auto) do transformador 1
Tr1ParMode	Tr1 Método Ctrl	INT	1	Método de Controlo do transformador 1
Tr1RegStatus	Tr1 Estado Reg	INT	1	Estado da regulação de tensão do transformador 1
Tr1AutoSyncOn	Tr1 Sincr Auto	DIG	1	Modo de sincronização automática (Master-Follower)
Tr1TapPos	Tr1 Pos Comutador	INT	1	Posição do comutador de tomadas do transformador 1
Tr1URaiseCmd	Tr1 Cmd Subida	DIG	1	Comando de subida proveniente do transformador 1
Tr1ULowerCmd	Tr1 Cmd Subida	DIG	1	Comando de descida proveniente do transformador 1
Tr1U	Tr1 U	ANL	1	Tensão medida no transformador 1
Tr1P	Tr1 P	ANL	1	Potência ativa no transformador 1
Tr1Q	Tr1 Q	ANL	1	Potência reativa no transformador 1
...
Tr8ParSec	Tr8 Par Sec	DIG	1	Indicação de ligação em paralelo do secundário com o transformador 8
TR8ParTer	Tr8 Par Ter	DIG	1	Indicação de ligação em paralelo do terciário com o transformador 8
Tr8Blocked	Tr8 Bloq	DIG	1	Indicação de transformador 8 bloqueado
Tr8AutoMode	Tr8 Modo Auto	DIG	1	Modo de operação (man/ auto) do transformador 8
Tr8ParMode	Tr8 Método Ctrl	INT	1	Método de controlo do transformador 8
Tr8RegStatus	Tr8 Estado Reg	INT	1	Estado da regulação de tensão do transformador 8
Tr8AutoSyncOn	Tr8 Sincr. Auto	DIG	1	Modo de sincronização automática (Master/Follower)
Tr8TapPos	Tr8 Tap Pos	INT	1	Transformer 8 tap changer position
Tr8URaiseCmd	Tr8 Cmd Subida	DIG	1	Comando de subida proveniente do transformador 8

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Tr8ULowerCmd	Tr8 Cmd Descida	DIG	1	Comando de descida proveniente do transformador 8
Tr8U	Tr8 U	ANL	1	Tensão medida no transformador 8
Tr8P	Tr8 P	ANL	1	Potência ativa no transformador 8
Tr8Q	Tr8 Q	ANL	1	Potência reativa no transformador 8

Tabela 5.109. Saídas de função de Regulação Automática de Tensão.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da Função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
AutoBlocked	Auto Bloqueado	DIG	-	Modo automático bloqueado
ManBlocked	Man Bloqueado	DIG	-	Modo manual bloqueado
BayBlocked	Bloqueado (Painel)	DIG	-	Função bloqueada, exceto bloqueios de reguladores em paralelo
URaiseBlocked	Bloq - subida	DIG	-	Comandos de subida bloqueados
ULowerBlocked	Bloq - descida	DIG	-	Comandos de descida bloqueados
TrDiscBlocked	Bloq - Tr Desl	DIG	-	Função bloqueada por transformador desligado
UPrBlocked	Bloq - Umin (pr)	DIG	-	Função bloqueada por mínimo de tensão no primário
UBlkBlocked	Bloq - Ubloq	DIG	-	Função bloqueada por mínimo de tensão
IBlkBlocked	Bloq - I _{max}	DIG	-	Função bloqueada por máximo de corrente
UMaxURaiseBlocked	Bloq Par - U _{max}	DIG	-	Comandos de subida bloqueados por máximo de tensão
URaiseLimiterBlocked	Bloq Par - Cmd Sub	DIG	-	Comandos de subida bloqueados por detecção de número máximo de comandos de subida
UMinULowerBlocked	Bloq Par - Umin	DIG	-	Comandos de descida bloqueados por mínimo de tensão
ParallelBlocked	Bloq - Paralelo	DIG	-	Operação em paralelo bloqueada
ParDataBlocked	Bloq - Inf Inv	DIG	-	Função bloqueada devido a informação inválida do paralelo
UDiffBlocked	Bloq - U Dif	DIG	-	Função bloqueada por diferença de tensão medida nos transformadores em paralelo
MaxICirBlocked	Bloq - I _{circ}	DIG	-	Função bloqueada por máximo de corrente de circulação
NoMasterBlocked	Bloq - Sem Master	DIG	-	Função bloqueada devido à não detecção de Master

Identificador	Título	Tipo	NV	Descricção
MultMasterBlocked	Bloq - Mult Master	DIG	-	Função bloqueada devido à deteção de vários Masters
TapDiffBlocked	Bloq - Disc Tomada	DIG	-	Função bloqueada por discordância de tomadas
UPrAlarm	Alarme Umin (pr)	DIG	-	Alarme por mínimo de tensão no enrolamento primário
USecBlkAlarm	Alarme Ubloq (sec)	DIG	-	Alarme por mínimo de tensão no enrolamento secundário
UTerBlkAlarm	Alarme Ubloq (sec)	DIG	-	Alarme por mínimo de tensão no enrolamento terciário
IBlkAlarm	Alarme Imax	DIG	-	Alarme por máximo de tensão no enrolamento secundário
USecMaxAlarm	Alarme Umax (sec)	DIG	-	Alarme por máximo de tensão no enrolamento secundário
UTerMaxAlarm	Alarme Umax (ter)	DIG	-	Alarme por máximo de tensão no enrolamento terciário
URaiseLimiterAlarm	Alarme Cmd Subida	DIG CTRL	-	Alarme por máximo de manobras de subida
USecMinAlarm	Alarme Umin (ter)	DIG	-	Alarme por mínimo de tensão no enrolamento terciário
UTerMinAlarm	Alarme Umin (ter)	DIG	-	Alarme por mínimo de tensão no enrolamento terciário
ParDataAlarm	Alarme Inf Inv	DIG	-	Alarme devido a informação de paralelo inválida
UDiffAlarm	Alarme U Dif	DIG	-	Alarme por diferença de tensão medida nos transformadores em paralelo
MaxIcir1Alarm1	Icir 1 - Alarme 1	DIG	-	Alarme 1 para o 1º limiar de corrente de circulação
MaxIcir1Alarm2	Icir 1 - Alarme 2"	DIG	-	Alarme 2 para o 1º limiar de corrente de circulação
MaxIcir2Alarm1	Icir 2 - Alarme 1	DIG	-	Alarme 1 para o 2º limiar de corrente de circulação
MaxIcir2Alarm2	Icir 2 - Alarme 2	DIG	-	Alarme 2 para o 2º limiar de corrente de circulação
MaxTapDiff1Alarm	Disc Tomadas Tr1	DIG	-	Alarme de discordância de tomadas com transformador 1
MaxTapDiff2Alarm	Disc Tomadas Tr2	DIG	-	Alarme de discordância de tomadas com transformador 2
MaxTapDiff3Alarm	Disc Tomadas Tr3	DIG	-	Alarme de discordância de tomadas com transformador 3
MaxTapDiff4Alarm	Disc Tomadas Tr4	DIG	-	Alarme de discordância de tomadas com transformador 4
MaxTapDiff5Alarm	Disc Tomadas Tr5	DIG	-	Alarme de discordância de tomadas com transformador 5
MaxTapDiff6Alarm	Disc Tomadas Tr6	DIG	-	Alarme de discordância de tomadas com transformador 6

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
MaxTapDiff7Alarm	Disc Tomadas Tr7	DIG	-	Alarme de discordância de tomadas com transformador 7
MaxTapDiff8Alarm	Disc Tomadas Tr8	DIG	-	Alarme de discordância de tomadas com transformador 8
TrConSec	Tr ligado (sec)	DIG	-	Transformador ligado pelo primário e secundário
TrConTer	Tr ligado (ter)	DIG	-	Transformador ligado pelo primário e terciário
CurrentLevel	Nível Tensão	INT	-	Nível de tensão regulado
RegStatus	Estado Regulação	INT	-	Estado da regulação de tensão
AutoMode	Modo Oper Auto	DIG CTRL	Sim	Modo de operação automático ou manual
ParOper	Oper Paralelo	DIG CTRL	-	Operação em paralelo ou isolado
ParMode	Método Controlo	INT	-	Método de controlo
Uref	U Ref	ANL	-	Tensão de referência
TType	Característica T	DIG	-	Característica temporal
AutoRegInProg	Reg Auto Exec	DIG		Função encontra-se a regular a tensão em modo automático
U	U	ANL	-	Tensão medida
ICirc	Icirc	ANL	-	Corrente de circulação
P	P	ANL	-	Potência ativa
Q	Q	ANL	-	Potência reativa
URaise	Cmd Subida	DIG	-	Comando de subida de tensão
ULower	Cmd Descida	DIG	-	Comando de descida de tensão
UChgRaise	Subir U	DIG CTRL	-	Subir tensão
UChgLower	Descer U	DIG CTRL	-	Descer tensão
TapChg	Ctrl Tomada	STEP CTRL	-	Subir/descer tomada
UValid	Tensão Válida	DIG	-	Tensão válida
ICircCmd	Cmd Por Icirc	DIG	-	Comando dado por minimização de corrente de circulação
PrepURaise	Prep Subida U	DIG	-	Preparação de um comando de subida de tensão
PrepULower	Prep Descida U	DIG	-	Preparação de um comando de descida de tensão
TimeToSendCmd	Tempo Envio	INT	-	Tempo restante para o envio do comando
WaitingToSend	Cmd em Espera	DIG	-	Função em espera para enviar comando
PowerInv	P invertida	DIG	-	Potência ativa invertida
Acc	Aceleração	DIG	-	Sinalização da aceleração da regulação de tensão
URefVar1	U Ref Var (1)	DIG	-	Sinalização da variação de tensão de referência (1)

Identificador	Título	Tipo	NV	Descricção
URefVar2	U Ref Var (2)	DIG	-	Sinalização da variação de tensão de referência (2)
URefVar3	U Ref Var (3)	DIG	-	Sinalização da variação de tensão de referência (3)
AdaptMode	Modo Adaptativo	DIG	-	Modo adaptativo ativo
TrackingMode	Modo Tracking	DIG	-	Modo de Tracking ativo
AutoSync	Sinc Auto (M-F)	DIG	-	Sincronização automática Master/Follower ativa
URaiseCounter	Cont Cmd Subida	INT	Sim	Contador de comandos de subida
ULowerCounter	Cont Cmd Descida	INT	Sim	Contador de comandos de descida
UChangeCounter	Cont Cmds	INT	Sim	Contador total de comandos
ResetStatistics	Repor Estatísticas	DIG CTRL	-	Repor estatísticas

5.33.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.110.

Tabela 5.110. Parâmetros da função Regulação Automática de Tensão.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
TrIndex	Index Transformador	[1..8]	1	Transformer index
PriorityLevel	Nível Prioridade	SECUNDARIO / TERTIÁRIO	SECUND.	Nível de tensão prioritário
Meas	Medida	A0 / B0 / C0 / AB / BC / CA / POS SEQ	AB	Medida de tensão usada na regulação
ParMod	Ctrl Paralelo	OFF / MASTER / FOLLOWER - FOLLOW TAP / FOLLOWER - FOLLOW COMANDO / CIRC CORRENTE / IND CIRC CORRENTE	OFF	Método de controlo para o paralelo de transformadores
TerEqual2Sec	Sec = Ter	OFF / ON	ON	Utilização, no terciário, dos parâmetros configurados para o secundário
URefSec	Uref (sec)	$[0,85..1,20] \times U_r$	1	Tensão de referência para o enrolamento secundário
DbExtSec	Band Mort Int (sec)	$[0,005..0,09] \times U_r$	0,012	Banda morta externa para o enrolamento secundário
DbIntSec	Band Mort Int (sec)	$[0,25..1] \times DbExtSec$	0,5	Banda morta interna para o enrolamento secundário

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
URefTer	Uref (ter)	$[0,85..1,20] \times U_r$	1	Tensão de referência para o enrolamento terciário
DbExtTer	Band Mort Ext (ter)	$[0,005..0,09] \times U_r$	0,012	Banda morta externa para o enrolamento terciário
DbIntTer	Band Mort Int (ter)	$[0,25..1] \times \text{DbExtTer}$	0,5	Banda morta interna para o enrolamento terciário
T1Type	Caract T1	TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	TEMPO DEFINIDO	Característica temporal para T1
T1	Atraso T1	$[1..1000] \text{ s}$	60	Tempo de atraso para T1
T1Reset	T1 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINIDO	INSTANT.	Tipo de rearme para T1 (instantâneo/definido)
T2Type	Caract T2	TEMPO DEFINIDO / TEMPO INVERSO	TEMPO INVERSO	Característica temporal para T2
T2	Atraso T2	$[1..1000] \text{ s}$	15	Tempo de atraso para T2
TMin	T Min	$[1..120] \text{ s}$	5	Tempo mínimo quando a característica é de tempo inverso
LDC	LDC	OFF / ON	OFF	Compensação da queda de tensão
R	Rline	$[0,0..150,0] \text{ ohm}$	0	Resistência da linha em valores primários dos TI/TT
X	Xline	$[-150,0..150,0] \text{ ohm}$	0	Reactância da linha em valores primários dos TI/TT
AccMode	Modo Aceleração	OFF / ON	OFF	Aceleração da regulação de tensão
TAccType	Caract T Accl	INSTANTÂNEO / TEMPO INVERSO	INSTANT.	Característica temporal utilizada no modo de aceleração
UAcc	Uacel	$[1,0..1,8] \times U_r$	1,05	Limiar de tensão que ativa o modo de aceleração
pUVar1Sec	Uref Var1 (sec)	$[-0,20..0,20] \times U_r$	0	Varição da tensão de referência para o secundário
pUVar2Sec	Uref Var2 (sec)	$[-0,20..0,20] \times U_r$	0	Varição da tensão de referência para o secundário (2)
pUVar3Sec	Uref Var3 (sec)	$[-0,20..0,20] \times U_r$	0	Varição da tensão de referência para o secundário (3)
pUVar1Ter	Uref Var1 (ter)	$[-0,20..0,20] \times U_r$	0	Varição da tensão de referência para o terciário (1)
pUVar2Ter	Uref Var2 (ter)	$[-0,20..0,20] \times U_r$	0	Varição da tensão de referência para o terciário (2)
pUVar3Ter	Uref Var3 (ter)	$[-0,20..0,20] \times U_r$	0	Varição da tensão de referência para o terciário (3)

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
UPrAction	Ação Umin (pr)	NENHUM / ALARME / BLOQUEIO AUTO / BLOQUEIO	NONE	Ação tomada após deteção de mínimo de tensão no primário
UPr	Upr	$[0,5..1,2] \times U_r$	0,5	Limiar de mínimo de tensão para o enrolamento primário
UBlkAction	Ublk Action	NONE / ALARM / AUTO BLOCK / BLOCK	AUTO BLOCK	Ação tomada após deteção de mínimo de tensão
USecBlk	Ubloq (sec)	$[0,5..1,2] \times U_r$	0,8	Limiar de mínimo de tensão para o enrolamento secundário
UTerBlk	Ubloq (ter)"	$[0,5..1,2] \times U_r$	0,8	Limiar de mínimo de tensão para o enrolamento terciário
IBlkAction	Ação Ibloq	NENHUM / ALARME / BLOQ AUTO / BLOQ	AUTO BLOCK	Ação tomada após deteção de máximo de corrente
IBlk	Iblk	$[0,05..10] \times I_r$	1,5	Limiar de corrente
UMinAction	Ação Umin	NENHUM / ALARME / BLOQ AUTO / BLOQ	ALARM	Ação tomada após deteção de mínimo de tensão
USecMin	Umin (sec)	$[0,7..1,2] \times U_r$	0,8	Limiar de mínimo de tensão para o enrolamento secundário
UTerMin	Umin (ter)	$[0,7..1,2] \times U_r$	0,8	Limiar de mínimo de tensão para o enrolamento terciário
UMaxAction	Ação Umax	NENHUM / ALARME / BLOQ AUTO / BLOQ	ALARM	Ação tomada após deteção de máximo de tensão
USecMax	Umax (sec)	$[0,8..1,8] \times U_r$	1,05	Limiar de máximo de tensão para o enrolamento secundário
UTerMax	Umax (tert)	$[0,8..1,8] \times U_r$	1,05	Limiar de máximo de tensão para o enrolamento terciário
LimiterAction	Limit Cmd Subida	NENHUM / ALARM/ BLOQ AUTO	NONE	Ação tomada após deteção máximo comandos de subida
LimiterMaxCmds	Max Cmd Subida	[1..240]	4	Numero máximo de comandos de subida
LimiterInterval	Int T Cmd Subida	[1..60] min	1	Intervalo de tempo que limita o número de comandos de subida seguidos
LimiterBlockedTime	Limit Cmd Sub Bloq T	[0..99999] min	60	Tempo de confirmação após número máximo de comandos de subida permitidos
ManAutoPriority	Prioridade man/auto	MANUAL / AUTOMATIC	AUTO.	Modo prioritário (man/auto) no paralelo
ManAutoChange	Alteração Man / Auto	MODO FOLLOW /MODO ADAPT / MANUAL	MODO FOLLOW	Ação tomada quando há uma alteração do modo de operação (man/auto) de um transformador em paralelo

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
TrackMode	Modo Tracking	OFF / ON	OFF	Modo Tracking
AutoSyncMode	Auto Sinc M-F	OFF / ON	OFF	Modo de sincronização automática do master/follower
UMeanMode	Modo Média	OFF / ON	OFF	Usar media da tensão no algoritmo
ForbidSimTap	Tomada Simul	OFF / ON	OFF	Impedir comutação simultânea de tomadas entre transformadores no paralelo
MFTapDelay	Atraso Tomada (F)	[0..240] s	0	Tempo de atraso na comutação da tomada do follower em relação ao master
UDiffAction	Ação U Dif	NENHUM/ ALARME / BLOQ AUTO / BLOQ	NONE	Ação tomada quando a diferença de tensão máxima permitida é detetada
UDiff	UDif	$[0,005..0,1] \times U_r$	0,1	Difença de tensão máxima permitida
UDiffTime	U Dif Tempo	[1..300] s	2	Atraso na sinalização de diferença de tensão
MaxIc1Action	Ação Ic1	NENHUM / ALARME	NONE	Ação tomada quando é detetado o 1º limiar de corrente de circulação
MaxIc1	Ic1	$[0,01..2,5] \times I_r$	0,1	Ação tomada quando é detetado o 1º limiar de corrente de circulação
MaxIc1Alarm2Time	Ic1 Alarma 2	[1..60] min	1	Atraso do 2º alarme do 1º limiar de corrente de circulação
MaxIc2Action	Ação Ic2	NENHUM / ALARME / BLOQUEIO AUTO / BLOQUEIO	NENHUM	Ação tomada quando é detetado o 2º limiar de corrente de circulação
MaxIc2	Ic2	$[0,01..2,5] \times I_r$	0,1	2º limiar de corrente de circulação
MaxIc2Alarm2Time	Ic2 Alarma 2	[1..60] min	1	Atraso do 2º alarme do 2º limiar de corrente de circulação
ICirck	Ic1 Peso	[0,50..20]	2	Peso da corrente de circulação
ICircCalc	ICirc Calc	CALC1 / CALC2	CALC1	Algoritmo usado no cálculo da corrente de circulação
Tr1X	Reactância Tr1	[0,1..200,0] ohm	0,5	Reactância do transformador 1 em valores primários dos TI/TT
Tr2X	Reactância Tr2	[0,1..200,0] ohm	0,5	Reactância do transformador 2 em valores primários dos TI/TT
Tr3X	Reactância Tr3	[0,1..200,0] ohm	0,5	Reactância do transformador 3 em valores primários dos TI/TT
Tr4X	Reactância Tr4	[0,1..200,0] ohm	0,5	Reactância do transformador 4 em valores primários dos TI/TT
Tr5X	Reactância Tr5	[0,1..200,0] ohm	0,5	Reactância do transformador 5 em valores primários dos TI/TT

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Tr6X	Reactância Tr6	[0,1..200,0] ohm	0,5	Reactância do transformador 6 em valores primários dos TI/TT
Tr7X	Reactância Tr7	[0,1..200,0] ohm	0,5	Reactância do transformador 7 em valores primários dos TI/TT
Tr8X	Reactância Tr8	[0,1..200,0] ohm	0,5	Reactância do transformador 8 em valores primários dos TI/TT
TapDiffAction	Ação Tomada Dif	NENHUM / ALARME / BLOQ AUTO / BLOQ	NONE	Ação tomada quando é detetada discordância de tomadas
MaxDiffTap1	Max Tomada Disc Tr1	[0..30]	30	Discordância máxima de tomadas com o transformador 1
MaxDiffTap2	Max Tomada Disc Tr2	[0..30]	30	Discordância máxima de tomadas com o transformador 2
MaxDiffTap3	Max Tomada Disc Tr3	[0..30]	30	Discordância máxima de tomadas com o transformador 3
MaxDiffTap4	Max Tomada Disc Tr4	[0..30]	30	Discordância máxima de tomadas com o transformador 4
MaxDiffTap5	Max Tomada Disc Tr5	[0..30]	30	Discordância máxima de tomadas com o transformador 5
MaxDiffTap6	Max Tomada Disc Tr6	[0..30]	30	Discordância máxima de tomadas com o transformador 6
MaxDiffTap7	Max Tomada Disc Tr7	[0..30]	30	Discordância máxima de tomadas com o transformador 7
MaxDiffTap8	Max Tomada Disc Tr8	[0..30]	30	Discordância máxima de tomadas com o transformador 8
OffsetTap1	Offset Tomada Tr1	[-16..16]	0	Offset da tomada com o transformador 1
OffsetTap2	Offset Tomada Tr2	[-16..16]	0	Offset da tomada com o transformador 2
OffsetTap3	Offset Tomada Tr3	[-16..16]	0	Offset da tomada com o transformador 3
OffsetTap4	Offset Tomada Tr4	[-16..16]	0	Offset da tomada com o transformador 4
OffsetTap5	Offset Tomada Tr5	[-16..16]	0	Offset da tomada com o transformador 5
OffsetTap6	Offset Tomada Tr6	[-16..16]	0	Offset da tomada com o transformador 6
OffsetTap7	Offset Tomada Tr7	[-16..16]	0	Offset da tomada com o transformador 7

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
OffsetTap8	Offset Tomada Tr8	[-16..16]	0	Offset da tomada com o transformador 8

5.34 CONTROLO E SUPERVISÃO DE COMUTADOR DE TOMADAS

5.34.1 INTRODUÇÃO

A função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas é responsável, primeiramente, pela gestão de comandos de **Subida** e **Descida** de tensão dados a um comutador de tomadas específico, ao considerar a sua origem assim como as condições de bloqueio internas e externas. Adicionalmente, esta função suporta controlos para subir/ descer a posição da tomada, controlos para mudar a posição para uma posição determinada e uma indicação para mover para a tomada de referência, assim como uma posição específica na configuração.

É feita uma distinção entre a tensão de subida / descida e tomada de subida / descida, porque, apesar de habitualmente terem uma relação direta, ou seja, a tomada superior corresponde à tensão mais alta e vice-versa, também podem ter uma relação inversa que pode ser configurada pelo utilizador através de parâmetro ou, opcionalmente, através da entrada preparada para esse efeito, que inverterá a relação dada pelo parâmetro.

Por último, a função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas supervisiona a operação correta do comutador de tomadas e monitoriza-o ao obter a posição da tomada atual, a soma das correntes comutadas para determinar o esforço a que o comutador de tomadas está sujeito durante uma operação e o número de operações desempenhadas. Apesar de um comando poder ter qualquer origem local ou remota, é preferível que estes sejam provenientes da função de Regulação Automática de Tensão uma vez que o objectivo da Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas é funcionar como uma interface entre esta função e o comutador de tomadas físico.

5.34.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Posição do Comutador de Tomadas

A posição do comutador de tomadas é monitorizada constantemente de modo a detetar qualquer mudança que ocorra devido à ação direta da própria função ou devido a uma ação externa, identificando qualquer irregularidade que possa acontecer. Se a mudança é despoletada pela função, a posição do comutador de tomadas é supervisionada e terão de ser reunidas várias condições de modo a que a operação seja bem-sucedida, no entanto, estão sob o domínio da operação do comutador de tomadas.

A posição pode ser obtida através de duas formas:

- ◆ Sinal digital com codificação específica, recebida pela entrada **TapPosDIG**;
- ◆ Sinal analógico, típico entre 4 e 20 mA, recebida pela entrada **TapPosANL**.

Para que a posição seja interpretada corretamente, terão de ser feitas as ligações necessárias e configurar como a posição é recebida. A última é conseguida com recurso ao parâmetro **TapPosType** que pode assumir os valores:

- ◆ DIGITAL;
- ◆ ANALÓGICO.

Se for selecionada a primeira opção, a posição é recebida como entidade inteira obtida diretamente pelo módulo I/O que precisa então de ser configurado como descrito na subsecção 4.4.2 - Módulos de I/O. Por outro lado, se for selecionada a segunda opção, dever-se-á considerar vários aspetos para determinar a posição correta. Neste caso, o número de posições disponíveis no comutador de tomadas é usado para dividir a gama de sinais de entradas analógicas, obtido através da configuração de posições extremas, usando o parâmetro **LowerTap** e **HigherTap**. Esta gama de sinais é dada pelo parâmetro **LowerTapANL** e parâmetro **HigherTapANL** em N intervalos, cada um correspondente a uma posição única.

Ao adquirir e interpretar a posição da tomada atual, poderá ser detetado um Erro de Posição nas situações seguintes:

- ◆ Posição do comutador de tomadas fora da gama definida. Nesta situação, há uma forte probabilidade de a origem do problema ser devido a parâmetros incorretos que podem ser mudados de modo a resolver o problema;
- ◆ Erro ao adquirir uma posição válida enquanto se descodifica um sinal digital. Enquanto a posição é descodificada pelo módulo I/O e não pela função, a validade da posição pode ser determinada pela sua qualidade.

Quando tal acontece, será ativada uma sinalização de alarme (saída **TapPosError**) até que seja recebida novamente uma posição válida. Neste caso, o estado do comutador de tomadas (saída **Status**) irá mudar de Operacional para Em Defeito.

Processamento de Comandos

A Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas pode despoletar uma mudança na tomada na presença de:

- ◆ Subida de tensão;
- ◆ Descida de tensão;
- ◆ Posição de subida de tomada;
- ◆ Posição de subida de descida;
- ◆ Mover para a tomada de referência. Tal pode ser necessário, por exemplo, durante o Deslastre de carga por diminuição de tensão ou frequência, em que é pretendido que o comutador de tomadas permaneça na posição específica enquanto a tensão está a faltar para que, após o retorno, não ocorram máximos de tensão muito altos;
- ◆ Mover para uma tomada específica.

Quando uma ordem é para subir ou descer a tensão, a relação entre a tensão e a tomada é considerada para gerar o pulso de controlo correto. O parâmetro **UTapRelation** define a relação por defeito entre as duas como direta ou inversa enquanto a entrada **InvertUTapRel** pode ser usada para inverter esta relação.

Ao receber uma nova ordem, deverão ser seguidos vários passos para garantir que se reúnem todas as condições necessárias para a executar em segurança.

Em primeiro lugar, se um novo comando é recebido enquanto o anterior está a ser executado, o novo é automaticamente ignorado e sinalizado por um segundo pulso da saída **CmdIgnored**. Para evitar esta situação, a função possui uma saída que indica quando um comando está em execução (**InProgress**) que deverá ser usado, por exemplo, pela função de Regulação Automática de Tensão para assegurar que um novo comando nunca é envidado enquanto um anterior ainda está a ser executado. De salientar que à exceção da indicação que o comutador de tomadas está a executar um comando despoletado pela função, esta saída pode também indicar que o comutador de tomadas está a reagir a um comando externo. A diferença entre as duas pode ser feita com a ajuda da saída **ExternalChange** que ativa apenas na presença de uma externa.

Em segundo lugar, a origem do comando é avaliada e a hierarquia de controlos verificada de acordo com as regras apresentadas na subsecção 5.1.4 - Gestão da Hierarquia de Controlo. É importante realçar que, por defeito, a função está a operar em modo manual e irá mudar para modo automático se tal for recebido pela entrada **AutoMode** que deve ser associada, preferencialmente, à saída correspondente da função Regulação Automática de Tensão (consultar a secção 5.33 - Regulação Automática de Tensão).

Por último, são verificadas as condições de bloqueio de subida e descida, dependendo de como a ordem recebida origina um pulso de controlo de subida ou descida da tomada. Se se reunirem todas as condições, a ordem é transmitida ao comutador de tomadas e a operação em progresso é sinalizada até que a tomada desejada seja alcançada ou até que nenhum erro seja detetado.

O número de operações de subida, descida e total está disponível nas saídas **RaiseTapCounter**, **LowerTapCounter** e **TotalTapCounter**, respetivamente.

Operação do Comutador de Tomadas

O método usado para controlar o comutador de tomadas é baseado num princípio passo-a-passo onde é emitido um pulso de controlo, um de cada vez, para o comutador de tomadas de forma a subir / descer a tomada. A duração deste pulso é configurável pelo utilizador, assegurando assim que sejam suportados diversos tipos de comutadores de tomadas.

A Figura 5.46 ilustra um caso em que a função recebeu uma ordem que, após validação, deu origem à necessidade de um pulso de controlo para o comutador de tomadas com o objetivo de mover da tomada 5 para a 6 e, como tal, um pulso de controlo foi dado através da saída **TapRaise** com a duração estabelecida pelo parâmetro **PulseTime**. Quando a indicação que o comutador de tomadas se encontra em movimento está disponível, na forma de entrada **TapChgMov**, deve-se-á ter cuidado para garantir que o tempo de pulso é configurado com uma duração suficiente para que esta indicação seja recebida enquanto o pulso está ainda ativo (entre T_1 e T_3). Tal é feito para garantir que o comutador de tomadas está a reagir a uma ordem que originou na função e não um que foi originado externamente. Qualquer mudança detetada fora do intervalo do pulso irá assim ser tratada como uma mudança externa e, como tal, a saída **ExternalChange** estará ativa até que a operação seja concluída. Assim que o pulso de controlo é enviado, a indicação **InProgress** será sinalizada até que a operação seja concluída ou seja detetado um erro.

Após a deteção de sinalização da operação da tomada em curso, a função espera até à sua conclusão antes de verificar se a tomada pretendida foi alcançada em T_4 ou em T_5 , como mostrado neste caso, se a margem de segurança tiver sido configurada (parâmetro **StableTime**) para garantir a estabilidade da posição antes de concluir a operação. Aqui, é necessário que o comutador de tomadas termine o seu movimento antes de $T_{Timeout}$, definido pelo parâmetro **Timeout**, no entanto, apesar de neste exemplo, $T_{Timeout}$ não ter sido excedido após ser aplicado o tempo de estabilidade, tal não é essencial. Por outras palavras, o **Timeout** deve considerar a duração do tempo de pulso e o tempo necessário para que o comutador de tomadas desempenhe a manobra, mas não o tempo de estabilidade.

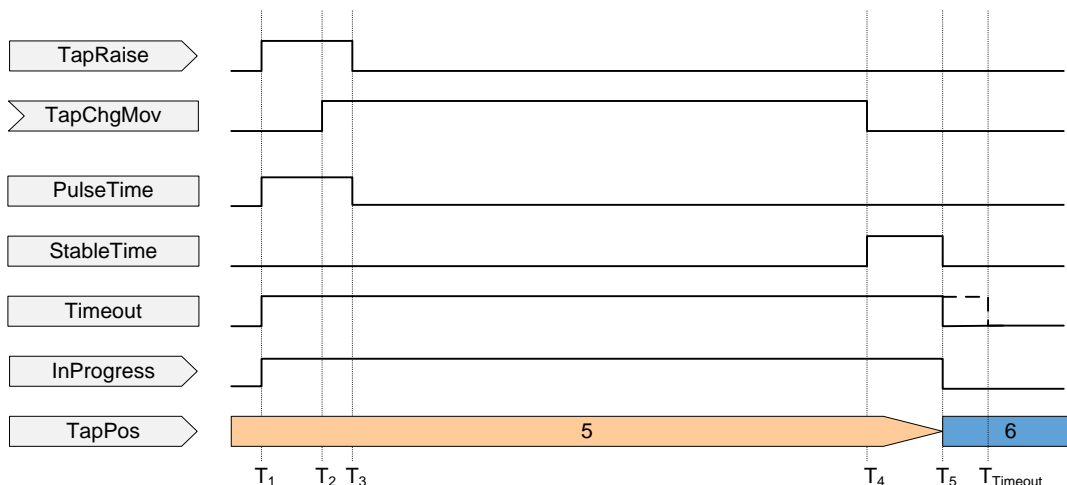


Figura 5.46. Operação do comutador de tomadas quando a indicação da tomada em movimento está disponível.

Se a entrada **TapChgMov** não estiver disponível, aplicam-se os mesmos princípios de operação com a exceção que em vez de esperar pelo fim desta indicação, a posição da tomada é continuamente monitorizada de modo a detetar a posição desejada. Quando a posição desejada é detetada pela primeira vez, é aplicado o tempo de estabilidade configurado, como ilustrado pela Figura 5.47. Neste exemplo é também possível observar que enquanto o tempo de operação total excede $T_{Timeout}$, a operação é considerada bem-sucedida porque o tempo de estabilidade foi aplicado antes de se alcançar $T_{Timeout}$ e a posição encontra-se estável na tomada desejada no fim do mesmo.

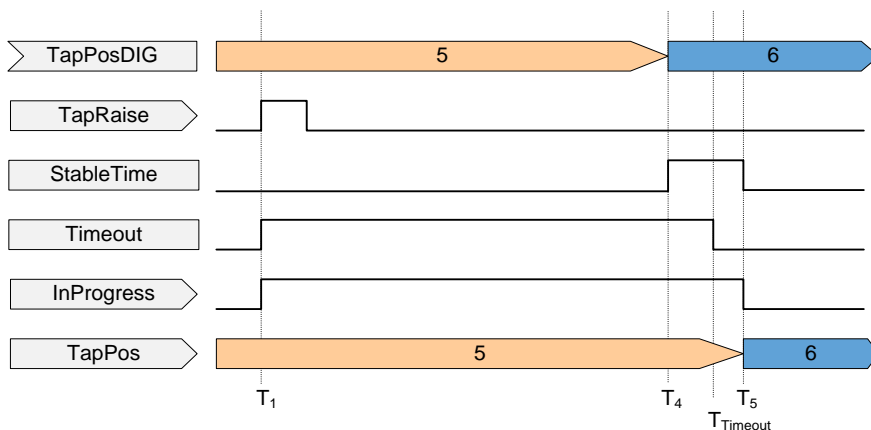


Figura 5.47. Operação do comutador de tomadas quando a indicação da tomada em movimento não está disponível.

Em ambos os casos, a posição é atualizada apenas após a conclusão da operação ignorando assim as posições inválidas correspondentes aos passos intermédios relativos à transição de uma tomada para outra que possam ocorrer, por exemplo, quando são codificados em BCD. A posição pode ser consultada numa das seguintes saídas, que também são controláveis:

- ◆ **TapChg** – controlo de posição de passo digital que permite aumentar / diminuir tomada;
- ◆ **TapPos** – controlo de posição de passo inteiro que permite controlar a tomada para uma específica.

À exceção dos casos acima, a Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas suporta mais casos atípicos tais como aqueles onde existe dois ou mais movimentos do comutador de tomadas para uma única transição de tomada (Tomada Dupla ou mesmo Tomada Tripla). Há duas formas de abordar o problema, se tivermos acesso à entrada **TapChgMov**, parâmetro **StableTime** tem de ser configurado de forma a que o segundo movimento começa antes do fim da sua temporização, como ilustrado pela Figura 5.48. Neste caso, o parâmetro **Timeout** precisa apenas de ter em conta pulso de controlo e uma manobra do comutador de tomadas. Por outro lado, se esta indicação não estiver disponível, o parâmetro **Timeout** terá de ser suficientemente grande para todas as transições intermediárias ocorrerem até que a tomada espera seja detetada, como mostra a Figura 5.49.

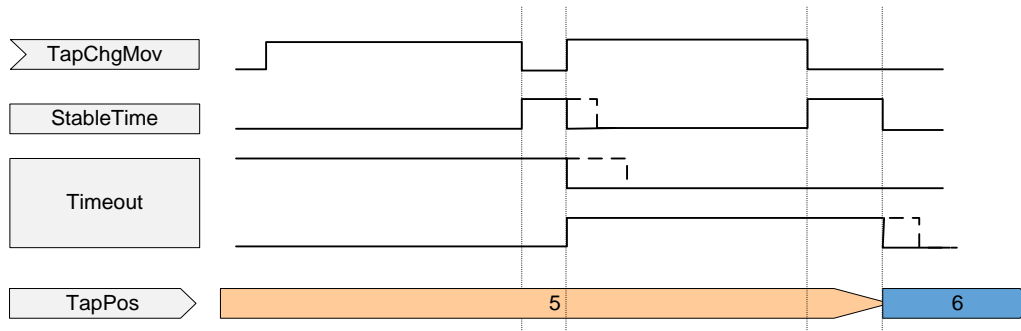


Figura 5.48. Tomada dupla com indicação que a tomada está em movimento.

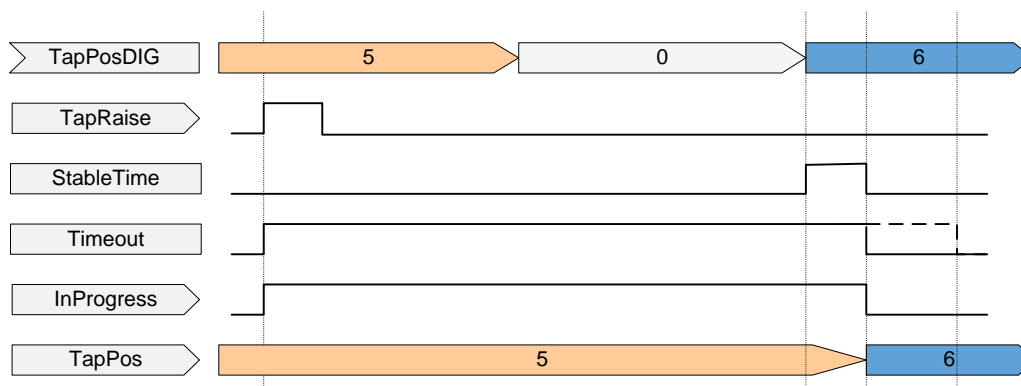


Figura 5.49. Tomada dupla sem indicação que a tomada está em movimento.

De notar que em todos os casos acima, o objetivo era apenas mudar uma posição, no entanto, numa situação em que o comando é recebido para mover o comutador para a tomada de referência ou outra posição específica, o procedimento descrito pode ser repetido tantas vezes quantas necessárias até que a posição desejada seja alcançada. Neste caso, a posição seria atualizada após cada transição correta, mas a indicação **InProgress** estaria ativa até alcançar a posição pretendida ou até que ocorra um Erro do Comutador, como descrito abaixo.

Erro do Comutador de Tomadas

Com a indicação de comutador de tomadas em movimento (entrada **TapChgMov**):

- ◆ Ausência de operação em que a indicação de operação do comutador de tomadas não for detetado;
- ◆ Indicação de operação do comutador de tomadas não recebido durante o pulso de controlo, como mostrado pela Figura 5.50. Se esta indicação for recebida após o pulso, o problema pode ser a parametrização incorreta do parâmetro **PulseTime** e a mudança será visualizada como externa. Se a indicação nunca for recebida, o comutador de tomadas não está a operar;
- ◆ Comando nunca terminado, como mostrado pela Figura 5.51 caso (b);
- ◆ A Indicação de comutador de tomadas em movimento termina após o **Timeout**, e como tal a operação não termina dentro do tempo máximo permitido;
- ◆ Tomada final não é a pretendida. Isto é detetado pelo facto de, seja uma ordem de subida ou descida da tomada, a posição é sempre incrementada ou decrementada de uma, respetivamente.

Sem indicação de comutador de tomadas em movimento:

- ◆ Ausência de operação em que durante a temporização a tomada pretendida não é detetada, como indica a Figura 5.50. O que significa uma de duas possibilidades: o parâmetro **Timeout** foi configurado com um valor demasiado pequeno e a operação termina após expirar (nova tomada será sinalizada como tomada externa) ou a operação nunca é executada de todo;
- ◆ Tomada final detetada não é a pretendida, como descrito acima para o caso em que a indicação de operação do comutador de tomadas está disponível.

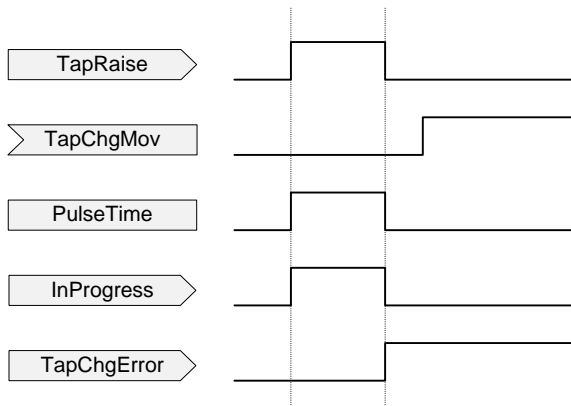


Figura 5.50. Indicação de operação do comutador de tomadas recebido após terminar a Temporização de Pulso.

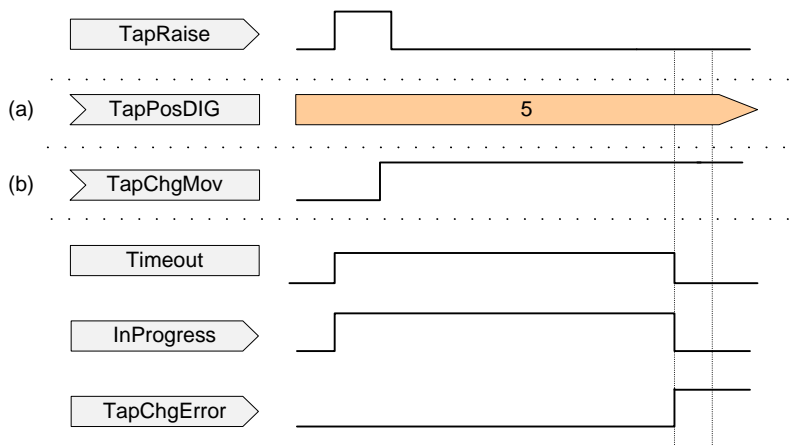


Figura 5.51. Operação não termina antes da temporização, sem indicação de operação do comutador de tomadas no caso (a) e com indicação de operação do comutador de tomadas no caso (b).

Sempre que for detetado um erro durante uma operação despoletada pela função, uma sinalização de alarme será ativada através da saída **TapChgError** e o estado do comutador de tomadas (saída **Status**) irá mudar de Operacional para Defeituoso até que o operador tome conhecimento que o erro foi resolvido. Este reconhecimento de resolução de falha pode ser feito em duas maneiras:

- ◆ Emitir uma ordem de controlo (valor 0) na entidade **TapChgError**, indicando assim que o problema foi resolvido;
- ◆ Emitir um comando manual bem-sucedido no comutador de tomadas, em que a transição da tomada é feita corretamente.

Monitorização de Correntes Comutadas

As correntes comutadas são monitorizadas se um canal analógico for ligado à entrada de função I e a soma total das correntes comutadas é calculado e disponibilizado, após cada manobra, nas saídas **SwitchCurrSumA**, **SwitchCurrSumB** e **SwitchCurrSumC**. Os seus valores são representados como contadores 64-bit, em kA². Todos estes valores são persistentes e mantidos em memória não volátil.

Todas as estatísticas (número de manobras de subida, descida e total, e a soma do quadrado das correntes comutadas) podem ser simultaneamente reiniciadas ao emitir uma ordem de controlo na entidade **ResetStatistics**.

Condições de Bloqueio

Foram consideradas várias condições de bloqueio para a Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas que bloqueará a ordem numa direção ou nas duas. No primeiro caso, apenas a saída **URaiseBlocked** ou a saída **ULowerBlocked** estará ativa enquanto que no segundo caso ambas estão ativas assim como a saída **Blocked**. Estas indicações apenas refletem se o modo de operação actual (manual ou automático) é bloqueado, ou por outras palavras, a função pode bloquear em modo automático e estas saídas estarem ativas, mas ao mudar para modo manual a função pode deixar de estar bloqueada caso as condições detetadas não sejam consideradas condições de bloqueio para modo manual. No entanto, se as condições que levaram ao bloqueio da função em modo automático não forem resolvidas, a função bloqueará assim que o modo seja alterado novamente para automático.

Relativamente às condições de bloqueio nas duas direcções temos:

- ◆ Condições de bloqueio ligadas à entrada **Block**;
- ◆ Erro de posição. Quando tal acontece tanto a saída **TapPosError** (indicação de erro) e a saída **PosErrorBlocked** (indicação de bloqueio) será ativa se o parâmetro **TapPosErrorBlk** foi configurado com o valor ON;
- ◆ Erro do Comutador de Tomadas. Quando tal acontece, tanto a saída **TapChgError** (indicação de erro) e a saída **TapChgErrorBlocked** (indicação de bloqueio) estará ativa;
- ◆ Perda de alimentação se a entrada **SupplyLoss** for ligada. Quando esta condição é detetada, a saída **SupplyLost** é ativada.

Para condições de bloqueio parciais numa determinada direção:

- ◆ Condição de bloqueio de subida de tensão ligada à entrada **BlockURaise**;
- ◆ Condição de bloqueio de descida de tensão ligada à entrada **BlockULower**;
- ◆ Posição limite de descida alcançada. Quando esta condição é detetada, a saída **LowTapReached** é ativada;
- ◆ Posição limite de subida alcançada. Quando esta condição é detetada, a saída **HighTapReached** é ativada.

Em modo manual, o Erro de Posição e o Erro do Comutador de Tomadas não são consideradas condições de bloqueio, portanto, se ocorrerem, apenas as indicações de erro serão ativas e os novos comandos aceites. Por outro lado, em modo automático, todas as condições acima são condições de bloqueio, no entanto, é possível configurar um atraso para bloqueio de Erro de Posição quando um é detetado, usando o parâmetro **TapPosErrorTime**, ou configurar um máximo de erros do comutador de tomadas permitido antes que a função bloqueie, usando o parâmetro **MaxTapChgError**. Neste último caso, se o parâmetro é configurado com o valor zero, a função nunca bloqueará.

Quando estes ocorrem, o bloqueio por Erro de Posição e o bloqueio por Erro do Comutador de Tomadas só podem ser eliminados se as indicações de erro forem eliminadas como já descrito acima.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** (condição) é definida para estado de Alarme se:

- ◆ O parâmetro **TapPosType** é definido como DIGITAL e a entrada **TapPosDIG** não está ligada;
- ◆ Parâmetro **TapPosType** é definido como ANALOGUE e a entrada **TapPosANL** não está ligada;

A condição da função é definida como aviso se a entrada **ReferenceTap** for ligada, mas a tomada de referência configurada no parâmetro **ReferenceTap** não é válida quando considerando as tomadas extremas configuradas nos parâmetros **LowerTap** e **HigherTap**. Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em conformidade.

5.34.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.111 e Tabela 5.112, respetivamente.

Tabela 5.111. Entradas da Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes
Block	Bloqueio	DIG	5	Bloqueio geral da função
BlockURaise	Bloqueio Subida U	DIG	4	Bloqueio de subida de tensão
BlockULower	Bloqueio Descida U	DIG	4	Bloqueio de descida de tensão
TapPosDIG	Pos Comutador (DIG)	INT	1	Posição digital do comutador
TapPosANL	Pos Comutador (ANL)	ANL	1	Posição analógica do comutador
AutoMode	Modo Automático	DIG	1	Modo automático
CmdURaise	Comando subida (U)	DIG	1	Comando subida da tensão
CmdULower	Comando Descida (U)	DIG	1	Comando descida da tensão
TapChgMov	Comutador Mov	DIG	1	Comutador encontra-se em movimento
ReferenceTap	Tomada Referência	DIG	1	Indicação para comutar para a tomada de referência
InvertUTapRel	Inv Relação U/Tomada	DIG	1	Inversão da relação tensão/ tomada configurada
SupplyLoss	Perda Alimentação	DIG	1	Perda de alimentação

Tabela 5.112. Saídas de Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Version	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da Função
Blocked	Bloqueada	DIG	-	Função bloqueada
URaiseBlocked	Sub U Bloq	DIG	-	Subida de tensão bloqueada
ULowerBlocked	Desc U Bloq	DIG	-	Descida de tensão bloqueada
PosErrorBlocked	Bloq – Erro Posição	DIG	-	Função bloqueada por erro de posição
TapChgErrorBlocked	Bloq – Erro Comutador	DIG	-	Função bloqueada por erro de comutador
Status	Estado Comutador	INT	-	Estado do comutador
CmdIgnored	Cmd Ignorado	DIG	-	Comando ignorado
UTapRel	Relação U/Tomada	DIG	-	Relação direta/ inversa entre tensão e tomada
TapChg	Ctrl Tomada	STEP CTRL	-	Incrementar/decrementar tomada
TapPos	Ctrl Pos Comutador	ISTEP CTRL	-	Seleccionar uma tomada específica
TapChgRaise	Subir Tomada	DIG CTRL	-	Subir tomada
TapChgLower	Descer Tomada	DIG CTRL	-	Descer tomada
TapRaise	Cmd Subida Tomada	DIG	-	Comando de subida de tomada
TapLower	Cmd Descida Tomada	DIG	-	Comando de descida de tomada

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
TapRaising	Subida de Tomada	DIG	-	Função a executar comando de subida de tomada
TapLowering	Descida de Tomada	DIG	-	Função a executar comando de descida de tomada
ExternalChange	Execução Externa	DIG	-	Movimentação do comutador por atuação externa
InProgress	Em Execução	DIG	-	Função encontra-se a executar um comando
TapPosError	Erro Posição	DIG	-	Erro de posição
TapChgError	Erro Comutador	DIG CTRL	-	Erro de comutador
SupplyLost	Falha Alimentação	DIG	-	Falha de alimentação
HighTapReached	Tomada Superior	DIG	-	Posição extrema superior alcançada
LowTapReached	Tomada Inferior	DIG	-	Posição extrema inferior alcançada
RaiseTapCounter	Cont Subida Tomada	INT	Sim	Contador de subidas de tomada
LowerTapCounter	Cont Descida tomada	INT	Sim	Contador de descidas de tomada
TotalTapCounter	Total Tap Counter	INT	Sim	Total tap change counter
SwitchCurrSumA	Soma I2A	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes de comutação, fase A
SwitchCurrSumB	Soma I2B	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes de comutação, fase B
SwitchCurrSumC	Soma I2C	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes de comutação, fase C
ResetStatistics	Repor Estatísticas	DIG CTRL	-	Repor estatísticas

5.34.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.113

Tabela 5.113. Função de Controlo e Supervisão de Comutador de Tomadas.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
TapChgIndex	Index Comutador	[1..8]	1	Índex do comutador
TapPosType	Posição Tomada	DIGITAL / ANALOGUE	DIGITAL	Posição digital ou analógica
UTapRelation	Relação U / Tomada	DIRECT / INVERSE	DIRECT	Relação entre a tensão e a tomada
LowerTap	Tomada Inferior	[-16..63]	1	Tomada extrema inferior
HigherTap	Tomada Superior	[-16..63]	33	Tomada extrema superior
LowerTapANL	Tomada Inferior (mA)	[0,0..25,0] mA	4,0	Tomada inferior (mA)
HigherTapANL	Tomada Superior (mA)	[0,0..25,0] mA	20,0	Tomada superior (mA)
ReferenceTap	Tomada Referência	[-16..63]	15	Tomada de Referência

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
PulseTime	Duração Pulso	[0,5..10,0] s	1,5	Duração do pulso enviado ao comutador
STabelaTime	Tempo Estabilidade	[0..60] s	2	Tempo de Estabilidade
Timeout	Timeout	[1..120] s	10	Tempo máximo para a deteção de fim de manobra
MaxTapChgError	Max Erro Comutador	[0..20]	0	Número máximo de falhas por erro de comutador
TapPosErrorBlk	Bloq Erro Pos	OFF / ON	ON	Ativar/ desativar bloqueio por erro de posição
TapPosErrorTime	Atraso Bloq Erro Pos	[0..120] s	1	Atraso para ativar bloqueio por erro de posição

5.35 CONTROLO HORÁRIO

5.35.1 INTRODUÇÃO

A função de Controlo Horário automatiza o processo para compensar perdas ao ligar ou desligar baterias de condensadores ou, por outras palavras, ao aumentar ou diminuir a potência reativa do sistema. Esta gestão é possível através de horários definidos que têm em consideração o diagrama de carga e o tipo de carga da subestação.

5.35.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Controlo Horário permite configurar até seis programas diferentes para gerir uma bateria de condensadores. Os dois primeiros correspondem a um controlo semanal em que podem ser parametrizadas duas horas de abertura e duas horas de fecho, enquanto os restantes quatro programas são usados para o fim de semana onde a função diferencia entre sábado e domingo, permitindo a configuração de duas horas de abertura e duas horas de fecho para cada uma respetivamente.

Durante a operação normal, a função compara a data atual e a data da TPU S430, com a data e hora, definida pelo utilizador em cada programa ativo, de modo a ligar (**Connect**) ou desligar (**Disconnect**) a bateria de condensadores associados. Os esquemas de compensação precisos podem ser conseguidos através da coordenação de cada função disponível de Controlo Horário com automação programável pelo utilizador.

As saídas adicionais dão informação sobre o programa a partir do qual o comando originado (**Sem1Connect**, **Sem1Disconnect**, ...).

Condições de Bloqueio

A função disponibiliza uma entrada de bloqueio para bloquear a ligação de baterias de condensadores (**BlockConnect**), outra para bloquear a sua desconexão (**BlockDisconnect**) e uma entrada de bloqueio geral (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**Blocked**, **ConBlocked** e **DiscBlocked**).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída Health é definida para estado de Alarme se:

- ◆ São configurados períodos de tempo em conflito;

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em conformidade.

5.35.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.114 e Tabela 5.115, respetivamente.

Tabela 5.114. Entradas de função de Controlo Horário.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
BlockConnect	Bloqueio Ligar	DIG	2	Bloqueio ligar
BlockDisconnect	Bloqueio Desligar	DIG	2	Bloqueio desligar

Tabela 5.115. Saídas da Função Controlo Horário.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueada	DIG	-	Função bloqueada
ConBlocked	Ligar Bloqueado	DIG	-	Ligar bloqueado
DiscBlocked	Desligar Bloqueado	DIG	-	Desligar bloqueado
Connect	Ligar	DIG	-	Ligar
Disconnect	Desligar	DIG	-	Desligar
Sem1Connect	Sem1 Ligar	DIG	-	Semana1: Ligar
Sem1Disconnect	Sem1 Desligar	DIG	-	Semana1: Desligar
Sem2Connect	Sem2 Ligar	DIG	-	Semana2: Ligar
Sem2Disconnect	Sem2 Desligar	DIG	-	Semana2: Desligar
Sat1Connect	Sáb1 Ligar	DIG	-	Sábado1: Ligar
Sat1Disconnect	Sáb1 Desligar	DIG	-	Sábado 1: Desligar
Sat2Connect	Sáb2 Ligar	DIG	-	Sábado 2: Ligar
Sat2Disconnect	Sáb2 Desligar	DIG	-	Sábado 2: Desligar
Sun1Connect	Dom1 Ligar	DIG	-	Domingo1: Ligar
Sun1Disconnect	Dom1 Desligar	DIG	-	Domingo 1: Desligar
Sun2Connect	Dom2 Ligar	DIG	-	Domingo 2: Ligar
Sun2Disconnect	Dom2 Desligar	DIG	-	Domingo 2: Desligar
ConnectCounter	Cont Cmd Ligar	INT	Sim	Contador comandos de ligar
DisconnectCounter	Cont Cmd Desligar	INT	Sim	Contador comandos de desligar
TotalCounter	Cont Total Oper	INT	Sim	Contador total de comandos
ResetStatistics	Repor Estatísticas	DIG CTRL	-	Repor estatísticas

5.35.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.116.

Tabela 5.116. Parâmetros da Função Controlo Horário.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Week1Operation	Sem1 Operação	OFF / ON	OFF	Semana1: Operação
Week1ConHour	Sem1 Ligar Hora	[0..23] hour	0	Semana1: Hora para ligar
Week 1ConMin	Sem1 Ligar Min	[0..59] min	0	Semana1: Minuto para ligar

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Week1DisHour	Sem1 Desl Hora	[0..23] hora	0	Semana1: Hora para desligar
Week1DisMin	Sem1 Desl Min	[0..59] min	0	Semana1: Minuto para desligar
Week2Operation	Sem2 Operação	OFF / ON	OFF	Semana2: Operação
Week2ConHour	Sem2 Ligar Hora	[0..23] hora	0	Semana2: Hora para ligar
Week2ConMin	Sem2 Ligar Min	[0..59] min	0	Semana2: Minuto para ligar
Week2DisHour	Sem2 Desl Hora	[0..23] hora	0	Semana2: Hora para desligar
Week2DisMin	Sem2 Deslg Min	[0..59] min	0	Semana2: Minuto para desligar
Sat1Operation	Sáb1 Operação	OFF / ON	OFF	Sábado1: Operação
Sat1ConHour	Sáb1 Ligar Hora	[0..23] hora	0	Sábado1: Hora para ligar
Sat1ConMin	Sáb1 Ligar Min	[0..59] min	0	Sábado1: Minuto para ligar
Sat1DisHour	Sáb1 Desligar Hora	[0..23] hora	0	Sábado1: Hora para desligar
Sat1DisMin	Sáb1 Desl Min	[0..59] min	0	Sábado1: Minuto para desligar
Sat2Operation	Sáb2 Operação	OFF / ON	OFF	Sábado2: Operação
Sat2ConHour	Sáb2 Ligar Hora	[0..23] hora	0	Sábado2: Hora para ligar
Sat2ConMin	Sáb2 Ligar Min	[0..59] min	0	Sábado2: Minuto para ligar
Sat2DisHour	Sáb2 Deslg Hora	[0..23] hora	0	Sábado2: Hora para desligar
Sat2DisMin	Sáb2 Deslg Min	[0..59] min	0	Sábado2: Minuto para desligar
Sun1Operation	Dom1 Operação	OFF / ON	OFF	Domingo1: Operação
Sun1ConHour	Dom1 Ligar Hora	[0..23] hora	0	Domingo1: Hora para ligar
Sun1ConMin	Dom1 Ligar Min	[0..59] min	0	Domingo1: Minuto para ligar
Sun1DisHour	Dom1 Deslg Hora	[0..23] hora	0	Domingo1: Hora para desligar
Sun1DisMin	Dom1 Deslg Min	[0..59] min	0	Domingo1: Minuto para desligar
Sun2Operation	Dom2 Operação	OFF / ON	OFF	Domingo2: Operação
Sun2ConHour	Dom2 Ligar Hora	[0..23] hora	0	Domingo2: Hora para ligar
Sun2ConMin	Dom2 Ligar Min	[0..59] min	0	Domingo2: Minuto para ligar
Sun2DisHour	Dom2 Deslg Hora	[0..23] hora	0	Domingo2: Hora para desligar
Sun2DisMin	Dom2 Deslg Min	[0..59] min	0	Domingo2: Minuto para desligar

5.36 MEDIDAS TRIFÁSICAS

5.36.1 INTRODUÇÃO

A função de Medidas Trifásicas é responsável pela atualização contínua de todos os valores medidos associados a um sistema de energia trifásico.

As saídas da função derivam de entradas de corrente e tensão c.a. da TPU S430 e são calculadas com elevada precisão, o que permite evitar uma série de instrumentos separados de medição. Os valores medidos podem ser acedidos na HMI local ou no servidor *web* embecido, podendo ser configurados de modo a serem reportados para os níveis de controlo remoto e da subestação através de protocolos de comunicação. Poderão também ser as entradas dos esquemas lógicos definidos pelo utilizador implementadas localmente no dispositivo ou distribuídas pelo conjunto de diferentes dispositivos na mesma LAN.

As saídas da função também poderão ser utilizadas como informação de diagnóstico efetiva, permitindo a identificação de possíveis erros de ligação do TI e do TT durante o comissionamento assim como a validação da orientação adequada do TI para outras funções de proteção e controlo. A função poderá ser utilizada para aceder ao estado do sistema de energia e para detetar alguma condição anormal dos circuitos de medição analógica da TPU S430 durante a operação normal do sistema.

5.36.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Medidas Trifásicas aceita um máximo de três correntes de fase (entrada função **I**) e três tensões fase-terra ou fase-fase (entrada função **U**). No entanto, outras gamas de configuração são aceitáveis com menos sinais, permitindo uma aplicação flexível de ligação a um qualquer TI ou TT.

É possível também ligar a uma quarta entrada de corrente de neutro (**IO**) e uma quarta entrada de tensão de neutro (**UO**) se disponíveis. A entrada de corrente de neutro será obtido normalmente a partir de um transformador toroidal para medição de corrente de neutro ou a partir de uma ligação Holmgreen. A aplicação típica para entrada de tensão de neutro é um enrolamento ligado em triângulo para medição de tensão residual.



De modo a preservar a coerência entre as várias saídas de função, as entradas de neutro deverão ser ligadas se estiverem intimamente relacionadas com os canais do sistema trifásico ligados às entradas principais, *i.e.*, se forem obtidas no mesmo local do sistema de energia.

Por outro lado, uma função de Medidas Monofásicas extra (ver secção 5.37 - Medidas Monofásicas) deverá ser utilizada preferencialmente para calcular os seus valores medidos.



O número de valores medidos calculados depende da configuração da entrada específica. Alguns valores das saídas poderão não estar disponíveis se for necessária uma entrada que não está na configuração.

Processo de Medição

A função avalia periodicamente os canais analógicos configurados e atualiza todas as saídas de valor medidas que são possíveis de calcular. O processo de medição é executado de acordo com a sequência seguinte:

- ◆ Os canais analógicos são inicialmente compensados para amplitude determinista e erros de ângulo de fase no circuito de medição da TPU S430, utilizando os fatores resultantes do processo de calibração executado em fábrica.
- ◆ As várias grandezas são calculadas com base nas entradas calibradas.
- ◆ É obtida uma média dos valores medidos para vários instantes de tempo consecutivos para cada saída, de modo a eliminar os erros não determinísticos. As saídas são fornecidas numa base temporal de um segundo.
- ◆ Se assim configurado, algumas medidas poderão ser monitorizadas e será fornecida informação adicional sobre a amplitude (consultar a subsecção 4.1.2 - Entidades de Medida para mais detalhes).

Informação sobre a Amplitude e Ângulo de fase

Todos os valores medidos correspondem a um valor RMS da componente fundamental (informação do fasor). A amplitude de todas as grandezas é fornecida em valores primários, tendo em consideração a relação do TI ou do TT correspondente que deverá ser configurado no canal analógico apropriado (ver subsecção 4.4.3 - Canais).

Para algumas grandezas o ângulo de fase é calculado para além da amplitude correspondente. A informação do fasor desde a função pode ser diretamente comparado com os valores medidos desde outras funções porque uma entrada analógica específica é utilizada como referência de ângulo de fase comum para todas as funções incorporadas no dispositivo (consultar a subsecção 4.4.1 - Configuração Física).

Orientação de Entradas Analógicas

A polaridade do TI ou do TT é diretamente definida no canal que é ligado à entrada de função específica. A configuração exata poderá ser consultada na subsecção 4.4.3 - Canais. O utilizador poderá assim definir a direção de cada sinal analógico para que corresponda à direção para o objeto do sistema de energia.

Para maior flexibilidade, a convenção direcional utilizada pela função de Medidas Trifásicas para valores de energia ativa ou reativa pode ser invertida relativamente à convenção (em direção ao objeto do sistema de energia) utilizado por todas as outras proteções. Isto poderá ser feito mudando o parâmetro **InvertOrientation** para **ON**; o que poderá ser útil por exemplo no caso do enrolamento secundário de transformadores quando a direção para funções de proteção é no sentido do transformador mas para fins de medição de potência é no sentido oposto do transformador (para o barramento, *i.e* na direção da carga). Este processo está representado na Figura 5.52.

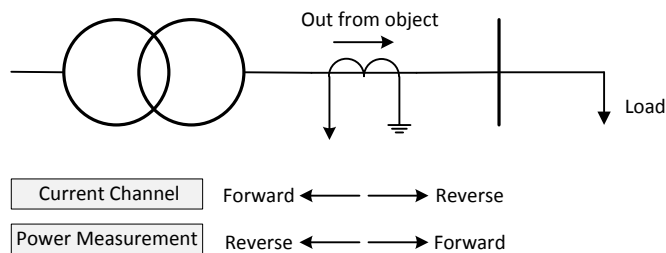


Figura 5.52. Inversão da direção para a função de medição de potência.

Medidas de Corrente

Tanto a informação de amplitude e ângulo de fase são fornecidas para todos os sinais de corrente de fase contidas no canal analógico correspondente.

São fornecidos o valor máximo, mínimo e a média aritmética das amplitudes de corrente trifásica.

$$I_{\max} = \text{Max}(|\bar{I}_A|, |\bar{I}_B|, |\bar{I}_C|) \quad (5.73)$$

$$I_{\min} = \text{Min}(|\bar{I}_A|, |\bar{I}_B|, |\bar{I}_C|) \quad (5.74)$$

$$I_{\text{avg}} = \text{Avg}(|\bar{I}_A|, |\bar{I}_B|, |\bar{I}_C|) \quad (5.75)$$

Adicionalmente, a tensão residual é calculada se três tensões fase-terra estiverem disponíveis.

$$\bar{I}_{\text{res}} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (5.76)$$

Medidas de Tensão

É disponibilizada informação de amplitude e de ângulo de fase para todos os sinais de tensão fase-terra e fase-fase contidos no canal analógico correspondente. Os valores medidos fase-fase são calculados também no caso de sinais de entradas fase-terra.

O máximo, mínimo e a média aritmética da tensão fase-terra e fase-fase são também disponibilizados.

$$U_{ph,\max} = \text{Max}(|\bar{U}_A|, |\bar{U}_B|, |\bar{U}_C|) \quad (5.77)$$

$$U_{ph,min} = \text{Min}(|\bar{U}_A|, |\bar{U}_B|, |\bar{U}_C|) \quad (5.78)$$

$$U_{ph,avg} = \text{Avg}(|\bar{U}_A|, |\bar{U}_B|, |\bar{U}_C|) \quad (5.79)$$

$$U_{ph-ph,max} = \text{Max}(|\bar{U}_{AB}|, |\bar{U}_{BC}|, |\bar{U}_{CA}|) \quad (5.80)$$

$$U_{ph-ph,min} = \text{Min}(|\bar{U}_{AB}|, |\bar{U}_{BC}|, |\bar{U}_{CA}|) \quad (5.81)$$

$$U_{ph-ph,avg} = \text{Avg}(|\bar{U}_{AB}|, |\bar{U}_{BC}|, |\bar{U}_{CA}|) \quad (5.82)$$

Adicionalmente, tensão residual é calculada se todas as tensões fase-terra estiverem disponíveis.

$$\bar{U}_{res} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C \quad (5.83)$$

Medidas de Potência

Serão calculados o valor total e por fase medidos quando as duas entradas de corrente e tensão estiverem disponíveis. A potência por fase é avaliada apenas se a corrente de fase correspondente e os sinais de tensão fase-terra estiverem disponíveis.

O total da potência trifásica está disponível numa gama de configurações o mais alargada possível. A sua fórmula de cálculo específica depende dos sinais de corrente e de tensão que estão ligados à função. A Tabela 5.117 apresenta os casos possíveis.

Tabela 5.117. Cálculo da potência trifásica.

Sinais de tensão (disponível)	Sinais de corrente (necessário)	Cálculo de potência	Descrição
U_A, U_B, U_C	I_A, I_B, I_C	$\bar{S} = \bar{U}_A \cdot \bar{I}_A^* + \bar{U}_B \cdot \bar{I}_B^* + \bar{U}_C \cdot \bar{I}_C^*$	Se as três tensões fase-terra estiverem disponíveis
U_{AB}, U_{BC}	I_A, I_C	$\bar{S} = \bar{U}_{AB} \cdot \bar{I}_A^* - \bar{U}_{BC} \cdot \bar{I}_C^*$	Se duas tensões de fase-fase estão disponíveis, de acordo com a ligação Aron (similar para outro par de tensões)
U_{AB}	I_A, I_B	$\bar{S} = \bar{U}_{AB} \cdot (\bar{I}_A^* - \bar{I}_B^*)$	Se apenas uma tensão fase-fase está disponível (similar para U_{BC} ou U_{CA})
U_A	I_A	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_A \cdot \bar{I}_A^*$	Se apenas uma tensão fase-terra está disponível (similar para U_B ou U_C)

Apenas os primeiros dois casos garantem a medida exata de potência trifásica. As últimas duas apenas mostram o valor exato se uma assume que o sistema opera em condições simétricas perfeitas.

Para além da potência aparente, também estão disponíveis a potência real e reativa e o fator de potência, tanto por fase como trifásicos.

$$P = \text{Re}\{\bar{S}\} \quad (5.84)$$

$$Q = \text{Im}\{\bar{S}\} \quad (5.85)$$

$$S = |\bar{S}| = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5.86)$$

$$\cos \varphi = P/S \quad (5.87)$$

O sinal das medidas do fator de potência é atribuído de acordo com uma de duas convenções possíveis: se o parâmetro **PowerFactorSign** tem o valor **ACTIVE POWER**, o fator de potência é o sinal da medida de potência ativa correspondente (convenção IEC); se o parâmetro **PowerFactorSign** tem o valor **LEAD/LAG**, o sinal do fator de potência é positivo quando as medidas de potência ativa e reativa têm sinais opostos (convenção IEEE).

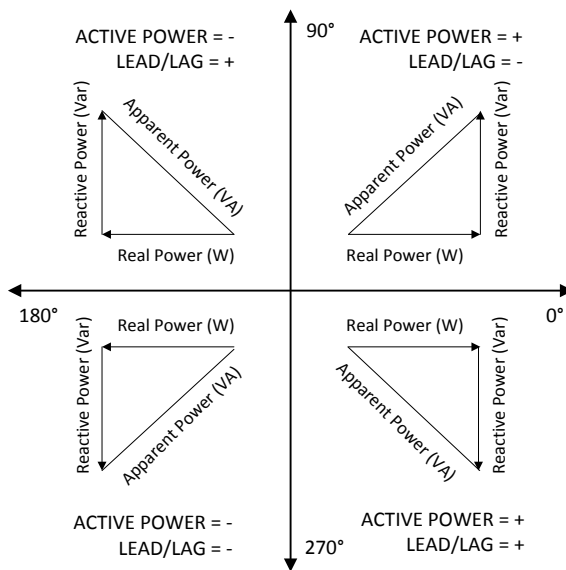


Figura 5.53. Convenções de sinal de fator de potência.

Medidas de Impedância

A impedância é calculada por fase, a partir dos sinais de tensão correspondentes de corrente e fase-terra, se disponíveis.

$$\bar{Z}_i = \bar{U}_i / \bar{I}_i \tag{5.88}$$

Medida de Frequência

A frequência é calculada pelo método independente durante o processo de estimativa do sinal analógico. É calculado independentemente para cada canal analógico (corrente ou tensão). Um dos canais de entrada é automaticamente selecionado pela função ao atualizar a saída da função correspondente. Se as duas entradas de corrente e de tensão estiverem ligadas, a frequência é sempre obtida a partir do canal de tensão devido à estabilidade superior dos sinais de tensão.

Medidas de Componentes Simétricos

Se as entradas de corrente estiverem disponíveis, poderão ser calculados os componentes simétricos correspondentes. São fornecidos os componentes de sequência positiva, negativa e inversa. A mesma característica é aplicada no caso de entradas de tensão, se todos os sinais fase-terra estiverem disponíveis. Os valores de sequência negativa e positiva são também calculados se as tensões fase-fase estiverem disponíveis.

Os componentes simétricos dão uma imagem de simetria do sistema de energia trifásico, em conjunto com as grandezas residuais e de neutro, e garantem uma informação de diagnóstico significativo no que diz respeito às ligações do TI e do TT.

Medidas de Neutro

Se as entradas de corrente de neutro e/ ou entradas de tensão de neutro forem ligadas à função, o seu valor (informação da amplitude e ângulo de fase) é também calculado e disponibilizado em saídas específicas.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída Health é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Todas as entradas forem desligadas (não existem canais analógicos associados às **I**, **U**, **IO**, ou **U0**).

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** está definida para o estado de Alarme se:

- ◆ Existirem canais analógicos associados às entradas **I** e **U**, mas não existe informação suficiente para o cálculo da potência trifásica (por exemplo, apenas I_a e U_b estão disponíveis).

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.36.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.118 e Tabela 5.119, respectivamente.

Tabela 5.118. Entradas da Função Medidas Trifásicas.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes de fase
I0	I0	ANL CAN	-	Corrente de neutro
U	U	ANL CAN	-	Tensões de fase
U0	U0	ANL CAN	-	Tensão de neutro

Tabela 5.119. Saídas da Função Medidas Trifásicas.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
CurrentA	IA	CPX ANL	-	Corrente fase A
CurrentB	IB	CPX ANL	-	Corrente fase B
CurrentC	IC	CPX ANL	-	Corrente fase C
ResidualCurrent	Ires	CPX ANL	-	Corrente residual
NeutralCurrent	Ineut	CPX ANL	-	Corrente de neutro
VoltageA	UA	CPX ANL	-	Tensão fase-terra A
VoltageB	UB	CPX ANL	-	Tensão fase-terra B
VoltageC	UC	CPX ANL	-	Tensão fase-terra C
ResidualVoltage	Ures	CPX ANL	-	Tensão residual
NeutralVoltage	Uneut	CPX ANL	-	Tensão de neutro
VoltageAB	UAB	CPX ANL	-	Tensão fase-fase AB
VoltageBC	UBC	CPX ANL	-	Tensão fase-fase BC
VoltageCA	UCA	CPX ANL	-	Tensão fase-fase CA
RealPower	P	ANL	-	Potência ativa trifásica
RealPowerA	PA	ANL	-	Potência ativa fase A
RealPowerB	PB	ANL	-	Potência ativa fase B
RealPowerC	PC	ANL	-	Potência ativa fase C
ReactivePower	Q	ANL	-	Potência reativa trifásica
ReactivePowerA	QA	ANL	-	Potência reativa fase A
ReactivePowerB	QB	ANL	-	Potência reativa fase B
ReactivePowerC	QC	ANL	-	Potência reativa fase C
ApparentPower	S	ANL	-	Potência aparente trifásica

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
ApparentPowerA	SA	ANL	-	Potência aparente fase A
ApparentPowerB	SB	ANL	-	Potência aparente fase B
ApparentPowerC	SC	ANL	-	Potência aparente fase C
PowerFactor	PF	ANL	-	Factor de potência trifásico
PowerFactorA	PFA	ANL	-	Factor de potência fase A
PowerFactorB	PFB	ANL	-	Factor de potência fase B
PowerFactorC	PFC	ANL	-	Factor de potência fase C
ImpedanceA	ZA	CPX ANL	-	Impedância fase A
ImpedanceB	ZB	CPX ANL	-	Impedância fase B
ImpedanceC	ZC	CPX ANL	-	Impedância fase C
Frequency	Frequência	ANL	-	Frequência
PositiveSeqCurrent	I1	CPX ANL	-	Corrente sequência direta
NegativeSeqCurrent	I2	CPX ANL	-	Corrente sequência inversa
ZeroSeqCurrent	I0	CPX ANL	-	Corrente sequência homopolar
PositiveSeqVoltage	U1	CPX ANL	-	Tensão sequência directa
NegativeSeqVoltage	U2	CPX ANL	-	Negative sequence voltage
ZeroSeqVoltage	U0	CPX ANL	-	Tensão sequência homopolar
MaxCurrent	Max(IA,IB,IC)	ANL	-	Máximo de três correntes de fase
MinCurrent	Min(IA,IB,IC)	ANL	-	Mínimo de três correntes de fase
AvgCurrent	Avg(IA,IB,IC)	ANL	-	Média aritmética das três correntes de fase
MaxVoltagePE	Max(UA,UB,UC)	ANL	-	Máximo de três tensões fase-terra
MinVoltagePE	Min(UA,UB,UC)	ANL	-	Mínimo de três tensões fase-terra
AvgVoltagePE	Avg(UA,UB,UC)	ANL	-	Média aritmética de três tensões fase-terra
MaxVoltagePP	Max(UAB,UBC,UCA)	ANL	-	Máximo de três tensões fase-fase
MinVoltagePP	Min(UAB,UBC,UCA)	ANL	-	Mínimo de três tensões fase-fase
AvgVoltagePP	Avg(UAB,UBC,UCA)	ANL	-	Média aritmética de três tensões fase-fase

5.36.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.120.

Tabela 5.120. Parâmetros da Função Medidas Trifásicas.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
InvertOrientation	Inverter Orientação	OFF / ON	OFF	Inverter orientação da potência
PowerFactorSign	Sinal PF	POTÊNCIA ATIVA / LEAD/LAG	POTÊNCIA ATIVA	Sinalização fator de potência

5.37 MEDIDAS MONOFÁSICAS

5.37.1 INTRODUÇÃO

A função de Medidas Monofásicas é responsável pela atualização contínua de todos os valores medidos relativos a um sinal de corrente e/ ou tensão monofásica. As aplicações típicas são: sistema de transmissão monofásico c.a., corrente de neutro independente para polarização direcional de defeitos à terra, tensão de neutro obtida a partir de enrolamento ligado em triângulo, tensão fase-terra ou fase-fase separada para fins de verificação de sincronismo. A versatilidade da função permite que outros casos sejam configurados.

As saídas da função derivam de entradas de corrente e tensão c.a. da TPU S430 e são calculadas com uma precisão muito elevada, o que permite evitar uma série de instrumentos de medição separados. Os valores medidos podem ser acedidos na HMI Local ou o servidor *web* embebido e pode ser configurado para ser reportado para o posto os níveis de controlo remoto através do protocolo de comunicação. Também poderão ser as entradas dos esquemas lógicos definidos pelo utilizador localmente no dispositivo ou distribuídos por um conjunto de instrumentos diferentes na mesma LAN.

As saídas da função também podem ser utilizadas como informação de diagnóstico efetivo, permitindo a identificação de eventuais erros de ligação do TI e do TT durante o comissionamento assim como a validação da orientação adequada do TI para outras funções de proteção e controlo. A função também poderá ser utilizada para aceder ao estado atual do sistema de energia e para detetar alguma condição anormal dos circuitos de medição analógica da TPU S430 durante a operação normal do sistema.

5.37.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Medidas Monofásicas aceita apenas um canal de uma só entrada de corrente (entrada função **I**) e/ ou uma só entrada de tensão (entrada função **U**). É permitida qualquer corrente de fase (ou corrente de neutro em opção), assim como qualquer fase-terra ou tensão fase-fase (ou tensão de neutro em opção).



Se as entradas de neutro estão estritamente ligadas a outros canais trifásicos do sistema de energia, i.e. se foram obtidas no mesmo local do sistema, então deverão ser preferencialmente ligadas às entradas de neutro correspondentes da função de Medidas Trifásicas (ver secção 5.36 - Medidas Trifásicas).



O número de valores medidos calculados depende da configuração da entrada específica. Alguns valores de saída poderão não estar disponíveis se exigirem uma entrada que não está na configuração.

Processo de Medição

A função avalia periodicamente os canais analógicos configurados e atualiza todos os valores medidos nas saídas que seja possível calcular. O processo de medição é executado de acordo com a sequência seguinte:

- ◆ Os canais analógicos são inicialmente compensados para a amplitude determinista e erros de ângulo de fase no circuito de medição da TPU S430, utilizando os fatores resultantes a partir do processo de calibração executado em fábrica.
- ◆ As várias grandezas são calculadas com base nas entradas calibradas.
- ◆ É obtida uma média dos valores medidos para os diversos momentos consecutivos para cada saída, de modo a eliminar erros não-determinísticos. As saídas são fornecidas numa base temporal de um segundo.
- ◆ Se assim configurado, algumas medidas poderão ser monitorizadas e fornecida uma gama de informação sobre as amplitudes (consultar a subsecção 4.1.2 - Entidades de Medida para mais detalhes).

Informação sobre a Amplitude e Ângulo de fase

Todos os valores medidos correspondem a um valor RMS fundamental (informação do fasor). A amplitude de todas as grandezas é fornecida em valores primários, considerando o correspondente TI ou TT que deverão ser configurados no canal analógico apropriado (ver subsecção 4.4.3 - Canais).

Para algumas grandezas o ângulo de fase é calculado para além da amplitude correspondente. A informação de fasor desta função pode ser diretamente comparado com os valores medidos a partir de outras funções dado que uma entrada analógica específica é utilizada como referência de ângulo de fase comum para funções incorporadas no dispositivo (consultar a subsecção 4.4.1 - Configuração Física).

Orientação das Entradas Analógicas

A polaridade do TI ou do TT está diretamente definida no canal que está ligado a uma entrada de função específica. A configuração exata pode ser consultada na subsecção 4.4.3 - Canais. O utilizador poderá assim definir a direção de cada sinal analógico para que corresponda ao sentido do objeto do sistema de energia.

De modo a garantir uma maior flexibilidade, a direcionalidade utilizada pela função de Medidas Monofásicas para valores de potência ativa e reativa pode ser invertida relativamente à utilizada pelas outras funções. Isto poderá ser feito mudando o parâmetro **InvertOrientation** para **ON**.

Medidas de Corrente

Tanto a informação de amplitude como de ângulo de fase é fornecida pelo sinal de corrente no canal analógico correspondente.

Medidas de Tensão

Tanto a informação de amplitude como de ângulo de fase é fornecida pelo sinal de tensão no canal analógico correspondente.

Medidas de Potência

Quando as entradas de corrente e de tensão estão disponíveis, a potência é calculada em dois casos: se se trata de tensão fase-terra e corresponde à mesma fase que o sinal de corrente se forem ambas grandezas de neutro. Neste caso, a fórmula seguinte corresponde à potência residual.

$$\bar{S} = \bar{U} \cdot \bar{I}^* \quad (5.89)$$

Para além da potência aparente, a potência real e reativa e as medidas do fator de potência estão disponíveis.

$$P = \text{Re}\{\bar{S}\} \quad (5.90)$$

$$Q = \text{Im}\{\bar{S}\} \quad (5.91)$$

$$S = |\bar{S}| = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5.92)$$

$$\cos \varphi = P/S \quad (5.93)$$

O sinal da medida do fator de potência é atribuído de acordo com uma destas duas gamas possíveis: se o parâmetro **PowerFactorSign** contém o valor **ACTIVE POWER**, o sinal do fator de potência é o sinal da medida de potência ativa (norma IEC). Se o parâmetro **PowerFactorSign** contém o valor **LEAD/LAG**, então o sinal do fator de potência é positivo quanto as medidas de potência ativas e reativas tiverem sinais opostos (norma IEEE).

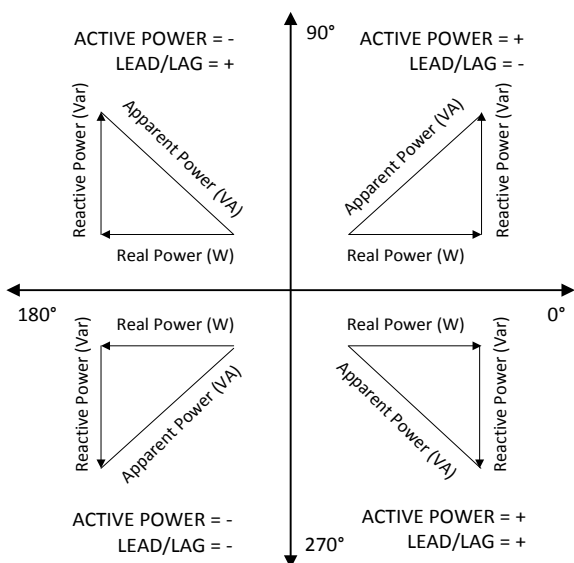


Figura 5.54. Sinais do fator de potência.

Medidas de Impedância

A impedância é calculada a partir de sinais de corrente e tensão, se estiverem as duas disponíveis nos dois casos: tratando-se de tensão fase-terra e correspondendo à mesma fase que o sinal de corrente, ou tratando-se de grandezas de neutro.

$$\bar{Z} = \bar{U} / \bar{I} \tag{5.94}$$

Medida de Frequência

A frequência é calculada através de um método independente durante o processo de estimativa do sinal analógico. É calculado para cada canal analógico independentemente (corrente ou tensão). Quando atualizar a saída de função correspondente, um dos canais de entrada é automaticamente escolhido pela função. Se as entradas de corrente e tensão estiverem ligadas, a frequência é sempre obtida a partir do canal de tensão devido a uma maior estabilidade dos sinais de tensão.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída **Health** é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Todas as entradas estiverem desligadas (não existem canais analógicos associados a **I**, ou **U**).

A função opera com as limitações possíveis e a sua saída **Health** é definida para o estado de Alerta se:

- ◆ Existem canais analógicos associados às entradas **I** e **U**, mas não existe informação suficiente para o cálculo de potência de fase (e.g., apenas I_A e U_B estão disponíveis).

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.37.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.121 e Tabela 5.122, respetivamente.

Tabela 5.121. Entradas da função de Medidas Monofásicas.

Identificador	Descritivo	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Corrente

Identificador	Descritivo	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CAN	-	Tensão

Tabela 5.122. Saídas da função de Medidas Monofásicas.

Identificador	Descritivo	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Version	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da Função
Current	I	CPX ANL	-	Corrente
Voltage	U	CPX ANL	-	Tensão
RealPower	P	ANL	-	Potência ativa
ReactivePower	Q	ANL	-	Potência reativa
ApparentPower	S	ANL	-	Potência aparente
PowerFactor	PF	ANL	-	Fator de potência
Impedance	Z	CPX ANL	-	Impedância
Frequency	Frequência	ANL	-	Frequência

5.37.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.123.

Tabela 5.123. Parâmetros da função de Medidas Monofásicas.

Identificador	Descritivo	Gama	Valor de fábrica	Descrição
InvertOrientation	Inverter orientação	OFF / ON	OFF	Inverter direção da potência
PowerFactorSign	Sinal Fator de Potência	POTÊNCIA ATIVA / LEAD/LAG	POTÊNCIA ATIVA	Sinal do fator de potência

5.38 CONTAGEM DE ENERGIA TRIFÁSICA

5.38.1 INTRODUÇÃO

A função de Contagem de Energia Trifásica calcula a energia no sistema trifásico, a partir das entradas de corrente e de tensão c.a. da TPU S430. Os valores medidos disponibilizados são bastante precisos. Contudo, não se recomenda o seu uso para efeitos de faturação porque os TI externo que estão ligados às entradas da TPU S430 não são habitualmente os mais apropriados para este tipo de aplicação. É necessário um conjunto de contadores dedicados.

Os contadores de energia fornecidos pela TPU S430 existem principalmente para validação dos valores medidos calculados pelos dispositivos dedicados e para complementar a restante informação do sistema de energia. Podem ser acedidos na HMI local ou no servidor web integrado. Podem também ser configurados para serem reportados para a estação e níveis de controlo remoto através do protocolo de comunicação ou as entradas dos esquemas lógicos definidos pelo utilizador.

5.38.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Contagem de Energia Trifásica aceita um máximo de três correntes de fase (entrada de função I) e três tensões fase-terra ou fase-fase (entrada de função U) mas outras gamas de configuração com menos sinais analógicos são também possíveis, permitindo a sua aplicação flexível em qualquer esquema de ligação TI ou TT.



Apenas as combinações de canal analógico do qual a potência trifásica pode ser derivada são aceites como configurações válidas. A lista de casos possíveis está na Tabela 5.124.

A energia trifásica exata só está disponível em dois casos listados. Os dois últimos casos fornecem o valor exato se se assumir que o sistema está a operar em condições perfeitas de simetria.

Tabela 5.124. Cálculo de energia de potência trifásica.

Sinais de tensão (disponível)	Sinais de corrente (necessário)	Cálculo de potência	Descrição
U_A, U_B, U_C	I_A, I_B, I_C	$p = u_A \cdot i_A + u_B \cdot i_B + u_C \cdot i_C$	Se as três tensões fase-terra estiverem disponíveis
U_{AB}, U_{BC}	I_A, I_C	$p = u_{AB} \cdot i_A - u_{BC} \cdot i_C$	Se duas tensões fase-fase estão disponíveis, de acordo com a ligação Aron (similar para outro par de tensões)
U_{AB}	I_A, I_B	$p = u_{AB} \cdot (i_A - i_B)$	Se apenas uma tensão fase-fase está disponível (similar para U_{BC} ou U_{CA})
U_A	I_A	$p = 3 \cdot u_A \cdot i_A$	Se apenas uma tensão fase-terra está disponível (similar para U_B ou U_C)

Contadores de Energia

Os contadores de energia são calculados pela integração de potência trifásica ao longo do tempo. Estão disponíveis os valores de energia real e reativa, direção frente (i.e., consumo) assim como trás (i.e., fornecimento). A energia na direção de consumo é aumentada sempre que o valor correspondente é positivo, e a energia na direção alimentação fornecimento sempre que o valor é negativo. Os valores totais de energia real e reativa são fornecidos de acordo com (5.95) e (5.96), assim como a energia aparente total, obtida pela integração de potência aparente instantânea.

$$\text{TotalRealEnergy} = \text{FwdRealEnergy} + \text{RvRealEnergy} \quad (5.95)$$

$$\text{TotalReactiveEnergy} = \text{FwdReactiveEnergy} + \text{RvReactiveEnergy} \quad (5.96)$$

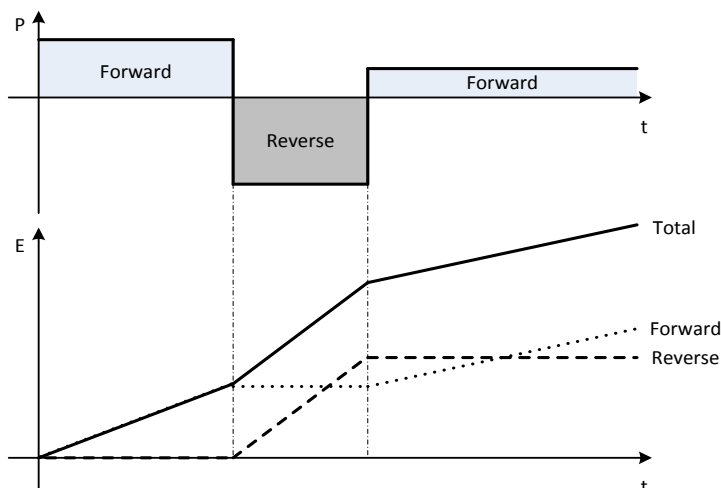


Figura 5.55. Valores de energia totais, frente e trás.

Com as normas descritas acima, todos os contadores de energia estarão sempre positivos. Os valores instantâneos estão disponíveis em contadores 64-bit, o que permite a representação de números muito grandes (consultar a secção 4.1.2 - Entidades de Medida para mais detalhes).

As entradas calibradas são usadas no processo de contagem que permite a compensação de amplitude determinística e erros de ângulo de fase no circuito de medição da TPU S430.

Orientação de Entradas Analógicas

A polaridade de TI e TT é definida diretamente no canal que está ligado à entrada da função específica. A configuração exata pode ser consultada na subsecção 4.4.3 - Canais. O utilizador pode assim definir a direção de cada sinal analógico para que corresponda à direção no objeto do sistema de energia. Para maior flexibilidade, a norma direcional usada pela função de Contagem Trifásica para valores de energia (ou potência) real e reativa podem ser invertidos relativamente à convenção (em objeto do sistema de energia) usado no cado do enrolamento secundário dos transformadores de potência, quando a direção pretendida para funções de proteção está no transformador, mas para fins de contagem está fora do transformador (no barramento, por exemplo, na direção de carga). Tal é ilustrado na Figura 5.56.

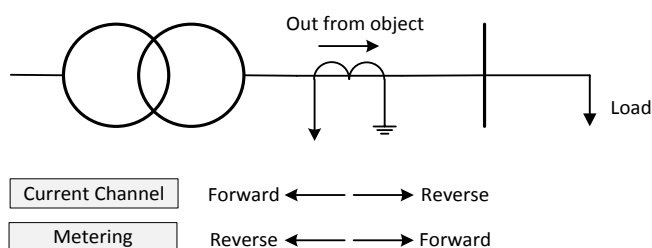


Figura 5.56. Inversão de direção para função de contagem.

Controlo da Medição

O processo de contagem pode ser parado e reiniciado novamente ao emitir ordens de controlo sobre a entidade **StartMeter**. Também é possível repor todos os valores de energia ao executar o controlo sobre **ResetMeter**.

Estas duas entidades dão controlo adicional sobre a função de contagem, permitindo ao utilizador eliminar todos os valores de energia após o comissionamento do dispositivo e desativar o processo de contagem durante os procedimentos de teste e de manutenção.

Condição da Função

A função não opera e a sua saída Health é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada I ou U;
- ◆ A potência trifásica não pode ser calculada de canais analógicos associados às entradas I e U (e.g., I_A e U_B).

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.38.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.125 e Tabela 5.126, respetivamente.

Tabela 5.125. Entradas de função de Contagem de Energia Trifásica.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes de fase
U	U	ANL CAN	-	Tensões de fase

Tabela 5.126. Saídas de função de Contagem de Energia Trifásica.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
TotalApparentEnergy	E Total Aparente	CNT	Sim	Contador de energia aparente total
TotalRealEnergy	E Total Ativa	CNT	Sim	Contador de energia ativa total
TotalReactiveEnergy	E Total Reativa	CNT	Sim	Contador de energia reativa total
FwdRealEnergy	E Frente Ativa	CNT	Sim	Contador de energia ativa, direção frente
FwdReactiveEnergy	E Frente Reativa	CNT	Sim	Contador de energia reativa, direção frente
RvRealEnergy	E Trás Ativa	CNT	Sim	Contador de energia ativa, direção trás
RvReactiveEnergy	E Trás Reativa	CNT	Sim	Contador de energia reativa, direção trás
ResetMeter	Reinício Contagem	DIG CTRL	-	Reiniciar contadores de energia
StartMeter	Arranque Contagem	DIG CTRL	Sim	Arranque/ paragem de contagem de energia

5.38.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.127.

Tabela 5.127. Parâmetros da função de Contagem de Energia Trifásica.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
InvertOrientation	Inverter Orientação	OFF / ON	OFF	Inversão de polaridade dos TI

5.39 LOCALIZADOR DE DEFEITOS

5.39.1 INTRODUÇÃO

A função de Localização de Defeitos complementa as funções de proteção ao fornecer uma medição precisa da distância do defeito, em ohm, km, milhas e porcentagem do comprimento total da linha. Permite uma localização mais rápida e eliminação de defeitos persistentes no sistema, ao auxiliar no aumento de disponibilidade de linhas do sistema de energia, auxiliando assim a aumentar a disponibilidade das linhas do sistema de energia. É útil também na identificação de pontos fracos cujo isolamento pode vir a falhar no futuro, na sequência de ocorrência de defeitos transitórios ou automaticamente eliminados.

O algoritmo da função é baseado na medição de impedância, e pode ser aplicado tanto em linhas aéreas como cabos subterrâneos. É mais adequada para localizar defeitos fase-fase e qualquer tipo de redes, assim como defeitos fase-terra em sistemas ligados à terra sólidos ou de baixa-impedância.

Os resultados da função podem ser acedidos através da HMI local ou do servidor web integrado, e podem ser configurados para reportarem à estação e os níveis de controle remoto através de protocolo de comunicação. Os resultados podem ser fornecidos a aplicações externas com o objetivo de cruzar a informação de defeito de localizações de rede distintas.

5.39.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

O localizador de defeitos pode ser ativado pela mudança de parâmetro (parâmetro **Operation**). Os cálculos são feitos sempre que for detetada uma nova condição de defeito, de acordo com a condição de disparo correspondente à entrada **FuncPickup**. Todos os arranques e disparos de funções mais relevantes devem ser ligadas a esta entrada. As sinalizações de disparo são recomendadas. As sinalizações de arranque devem ser ligadas a **FuncPickup** apenas se a localização de defeito é disparada para defeitos eliminados por outro relé de proteção. As condições de disparo podem ser alargadas a funções de proteção externas, cujo arranque e disparo está a ser monitorizado pela TPU S430.

Princípio de Medição

Exceto para a condição de disparo, o localizador de Defeitos é completamente independente para todas as funções de proteção no dispositivo. Tal significa que todos os cálculos necessários são desempenhados pela função, diretamente das amostras de sinal de tensão e corrente. Os três sinais de corrente de fase e os três sinais de tensão fase-terra devem estar associados a dois canais analógicos, ligados às entradas de função **ILocal** e **ULocal**, respetivamente.

O cálculo da distância para o defeito é baseado no algoritmo de medição de impedância. A função integra um seletor de loop e de fase dedicado, integrando múltiplos critérios para permitir discriminar o tipo de defeito e selecionar o loop de medição mais adequado para desempenhar cálculos posteriores. O loop selecionado é sempre aquele da lista na Tabela 5.128 que melhor se adapta à condição de defeito. Se, apesar de todas as medidas tomadas, a função não for capaz de selecionar um loop válido, é dada uma indicação de **Unknown**.

Tabela 5.128. Opções do loop de defeito.

Identificador	Valor	Descrição
Unknown	0	Impossível selecionar um loop de medição
A0	1	Loop de medição de terra fase A
B0	2	Loop de medição de terra fase S
C0	3	Loop de medição de terra fase C
AB	4	Loop de medição fase A para fase B
BC	5	Loop de medição fase B para fase C
CA	6	Loop de medição fase C para fase A

O algoritmo de Localizador de Defeitos garante a melhor precisão possível ao compensar o efeito das correntes de carga, na presença de resistência de defeito e eventual alimentação por ambos os extremos da linha. Se disponível, os fasores pré-defeito são usados diretamente para eliminar o defeito no cálculo da impedância devido a corrente de carga. Se estes valores pré-defeito não podem ser discriminados (por exemplo, no caso de elevada resistência a defeitos terra), são aplicadas técnicas de polarização especiais para atingir o mesmo objetivo. Devido a esta compensação, a reactância exata de loop e os valores de resistência do defeito podem ser estimados com precisão muito elevada.

As sinalizações de tensão e de corrente são armazenadas numa janela de dados separadas quando a função é disparada, com os fasores pré-defeito sempre que o detetor de defeito interno seja capaz de discriminar as condições pré-defeito e de defeito. As várias medidas de impedância, correspondentes a diferentes momentos no tempo, são feitas com base nos valores de dados registados. A função ajusta a janela temporal para que valores não precisos devido a transitórios que ocorreram imediatamente após o início do defeito ou após a abertura do disjuntor não sejam considerados, mesmo no caso de disparo instantâneo. De modo a conseguir uma maior precisão é feito um filtro adicional, e os resultados que desviam do valor médio são eliminados.

Os valores de impedância de sequência positiva e sequência homopolar, correspondente aos parâmetros **Sect1R1**, **Sect1X1**, **Sect1R0** e **Sect1X0** são necessários para desempenhar cálculos de impedância. O comprimento total da linha deve ser introduzido no parâmetro **Sect1Length**, para assim ser possível converter a informação de Ω para unidades de comprimento. O parâmetro **DistanceUnit** permite ao utilizador seleccionar como vai introduzir o comprimento da linha: km ou em milhas.



A precisão dos resultados do Localizador de Defeitos depende largamente da precisão dos valores de impedância introduzidos pelo utilizador. É assim necessário que estes valores sejam obtidos de medidas experimentais quando os valores precisos não estão diretamente disponíveis de cálculos teóricos. Isto é particularmente importante no caso de impedâncias de sequência homopolar, em que influência de terra é habitualmente dificilmente de estimar.

Saídas

De cada vez que um defeito é detetado, o Localizador de Defeitos atualiza o valor de várias entidades, como:

- ◆ **Tipo de Defeito:** o tipo de defeito detetado, de um dos listados na Tabela 5.129;
- ◆ **FaultLoop:** o loop de medição selecionada para cálculo de distância;
- ◆ **FaultImpedance:** a impedância total, em Ω , do loop selecionado, representado em coordenadas polares (amplitude e ângulo de fase);
- ◆ **FaultLoopReactance:** a reactância do loop de defeito total, em Ω ;
- ◆ **FaultLoopResistance:** a resistência de loop de defeito total, em Ω ;
- ◆ **FaultDistanceKm:** a distância para o defeito em km;
- ◆ **FaultDistanceMile:** a distância para o defeito em milhas;
- ◆ **FaultDistance:** a distância para o defeito em p.u. do comprimento total de linha (1 p.u. corresponde a um defeito no final da linha);
- ◆ **FaultResistance:** a resistência de defeito, em Ω .

Tabela 5.129. Opções de tipo de defeito.

Valor	Descrição
0	Desconhecido
1	Trifásico
2	Fase-terra
3	Fase-fase
4	Fase-fase-terra

Todos os valores em Ω são relativos ao primário dos transformadores da tensão e de corrente.

No caso improvável, a função não é capaz de seleccionar o loop de medição válido (por exemplo, se a função não é capaz de determinar um número suficiente de resultados de impedância), tanto **FaultType** e **FaultLoop** estão definidos como **Unknown**. Neste caso, todos os outros resultados não são calculados e a sua qualidade é marcada como **INVALID**.

O número de vezes que a função foi despoletada está disponível em **OpCounter**, que pode ser reiniciado manualmente pelo utilizador.



A informação relativa à localização de defeitos faz parte do Relatório de Defeitos que armazena informação relevante relativa aos últimos defeitos detetados pelo relé de protecção (para mais detalhes, consultar a secção 4.8 - Relatório de Defeitos).

Condições de Bloqueio

Uma falha do transformador de tensão impede a localização do defeito de ser corretamente calculada, portanto, no caso de ser recebida sinalização de falha de TT, a localização do defeito é bloqueada. A indicação de falha do TT deve ser ligada á entrada de função **VTFail**. Pode também resultar de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.27 - Supervisão dos Transformadores de Tensão).

Condição da Função

A função não opera e a sua saída Health é definida para estado de Alarme se:

- ◆ Não existe nenhum canal analógico associado à entrada **I** ou **U**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **I** não corresponde ao grupo de três sinais de corrente de fase;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde ao grupo de três sinais de tensão fase-terra.

A configuração é válida e a função correspondente opera convenientemente.

5.39.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.130 e Tabela 5.131, respetivamente.

Tabela 5.130. Entradas de função do Localizador de Defeitos.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
ULocal	U	ANL CAN	-	Tensões locais
ILocal	I	ANL CAN	-	Correntes locais
VTFail	Falha TT	DIG	2	Falha do transformador de tensão
FuncPickup	Arranque Função	DIG	16	Arranque das funções de protecção

Tabela 5.131. Saídas de função do Localizador de Defeitos.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo Operação	INT	-	Modo de operação da função

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Sect1Behavior	Sec 1 Operação	INT	-	Secção 1 modo de operação
Health	Condição	INT	-	Condição da função
FaultImpedance	Impedância Defeito	CPX ANL	-	Impedância de defeito
FaultLoopReactance	Reactância Defeito	ANL	-	Reactância de defeito
FaultLoopResistance	Resistência Defeito	ANL	-	Resistência de defeito
FaultDistanceKm	Dist Defeito km	ANL	-	Distância ao defeito em km
FaultDistanceMile	Dist Defeito milha	ANL	-	Distância ao defeito em milhas
FaultDistance	Distância Defeito	ANL	-	Distância ao defeito em pu
FaultResistance	Resistência Defeito	ANL	-	Estimativa da resistência de defeito
FaultType	Tipo Defeito	INT	-	Tipo de defeito
FaultLoop	Loop Defeito	INT	-	Loop de defeito
OpCounter	Cont Oper	INT CTRL	Sim	Contador de operações

5.39.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.132.

Tabela 5.132. Parâmetros de função de Localizador Defeitos.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
DistanceUnit	Unidade Medida	km / milha	km	Unidade medida
Sect1R1	R Dir Sec 1	[0.01..500.0] Ω	1.0	Resistência de sequência direta total da secção 1 da linha
Sect1X1	X Dir Sec 1	[0.01..500.0] Ω	20.0	Reactância de sequência direta total da secção 1 da linha
Sect1R0	R Hom Sec 1	[0.01..500.0] Ω	20.0	Resistência de sequência homopolar total da secção 1 da linha
Sect1X0	X Hom Sec 1"	[0.01..500.0] Ω	80.0	Reactância de sequência homopolar total da secção 1 da linha
Sect1Length	Comprimento Sec 1	[0.1..1000] km (or mile)	100.0	Comprimento total da secção 1 da linha

5.40 OSCILOGRAFIA

5.40.1 INTRODUÇÃO

A função de Oscilografia é responsável para registrar as formas de onda de tensão e corrente, assim como transições de estado de sinal digital, sempre que ocorre um defeito no sistema de energia, para análise após-defeito. Um registo pode ser disparado por outros eventos que dão origem a transitórios do sistema de energia, como comandos de fecho do disjuntor.

Um registo detalhado de oscilografia é bastante útil durante a análise pós-defeito. Pode ser necessário distinguir entre causa e efeito, e é um recurso valioso para ajudar a identificar o tipo de defeito e falhas potenciais ou maus comportamentos do sistema de proteção. Se os efeitos de um defeito estão espalhados numa grande área, os registos de oscilografia de localizações diferentes podem ajudar a determinar a localização do defeito.

A função de Oscilografia pode ser disparada manualmente, permitindo o seu uso para verificar ligações de TI e de TT e a orientação adequada do TI para outras funções de proteção e controlo. A função pode ser usada para aceder ao estado do sistema e a qualquer altura detetar condição anormais de circuitos de medição analógica durante operação de sistema normal.

5.40.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A oscilografia pode ser ativada por parametrização (parâmetro **Operation**). Esta função pode registrar até 96 sinais digitais e todas as entradas analógicas c.a. suportadas pelo dispositivo. Estes registos são armazenados usando o “IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems”.

Entradas e Disparos

Os parâmetros para serem configurados na função estão relacionados com a origem de disparo e tempos de registo. O **TriggerSource** pode ser definido como **INTERNAL** (se o novo registo é disparado de acordo com as transições de estado ou variações de amplitude das suas entradas digitais e analógicas, respetivamente), **EXTERNAL** (se o novo registo é disparado como resultado de uma ordem externa, por exemplo, um disparo manual) ou **BOTH**.

O disparo manual pode ser definido via HMI ou protocolo de comunicação (como por exemplo IEC 61850). Também pode ser emitido a partir de Servidor Web e a partir das ferramentas de Automation Studio. Em alternativa, o disparo externo pode ter origem automática, se emitido a partir de esquema lógico definido pelo utilizador.

O utilizador pode desativar todos os disparos internos sem desativar toda a função. É útil durante a simulação ou outros testes.

O IED pode registrar até 96 sinais digitais configurados pelo utilizador (em entradas de função **Binaryx**, $x = 1$ a 96). O estado inicial e as transições de estado correspondentes de todas as entradas digitais configuradas são registados aquando situações de perturbação da rede. O utilizador pode também definir qualquer entrada digital como fonte de disparo. Terá de ser escolhido o nível de disparo apropriado (no parâmetro correspondente **TriggerValuex**), a partir de duas opções possíveis: **POSITIVO** (disparo no flanco ascendente) e **NEGATIVO** (disparo no flanco descendente).

A função é também capaz de registrar todas as entradas analógicas c.a. do IED, que deve corresponder a canais analógicos associados a entradas **Analoguex**, $x = 1$ a 8. Para cada tensão trifásica ou canal de corrente, a tensão ou corrente residual calculada é também registada. O utilizador pode também definir qualquer entrada analógica como fonte de disparo ao definir os seus níveis de disparo altos ou baixos (nos parâmetros correspondentes **HighTrgLev** e **LowTrgLevelx**). Os níveis são definidos em valor RMS, e depende do tipo de entrada (Tabela 5.133).

Tabela 5.133. Tipos de disparo para tipos de entradas analógicas c.a..

HighTrgLev / LowTrgLev	Gama	Unidade
Correntes	0.0 - 999999.9	A
Tensões	0.0 - 999999.9	kV



O nível de disparo elevado está desativado se **HighTrgLevx** é definido para 999999.9.
 O nível de disparo baixo está desativado se **LowTrgLevx** é definido para 0.0.

O disparo analógico é determinado baseado no valor peak-to-peak do sinal durante um período de frequência fundamental. Este método tem maior imunidade a offset c.c. no sinal de entrada e permite uma resposta mais rápida da função.

Tempo de Registo e Memória

A função de Oscilografia tem as características seguintes (Tabela 5.134):

Tabela 5.134. Características de Oscilografia.

Frequência de Rede	50 Hz	60 Hz
Taxa de amostragem	2000 S/s	2400 S/s
Amostras/Ciclo	40	
Max. Registos	200	
Max. PreFaultTime	500 ms	
Max. PostFaultTime	2 s	
Max. MaxTime	10 s	

Os tempos de registo (**PreFaultTime**, **PostFaultTime** e **MaxTime**) são ajustáveis pelo utilizador nos parâmetros de Registo de Oscilografia (Figura 5.57). Estes parâmetros estão já definidos por defeito, mas não podem ser redefinidos baseados em sinais ligados e os tipos de oscilografia a serem registados. A duração de registo máximo corresponde a **PreFaultTime** mais **MaxTime**.

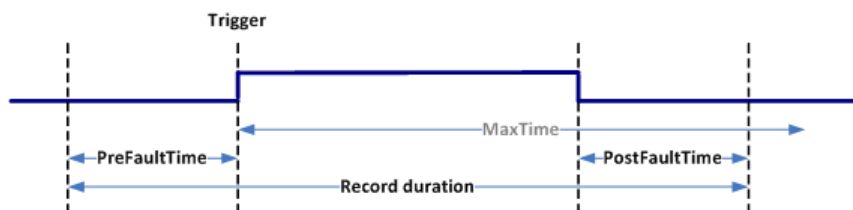


Figura 5.57. Tempos de registo.

A função dispõe de um parâmetro extra (**Retrigger**) usado para ignorar a temporização pós-defeito quando ocorre um novo disparo antes desse tempo ter passado, armazenando desta forma todos os eventos sucessivos num único ficheiro (Figura 5.58).

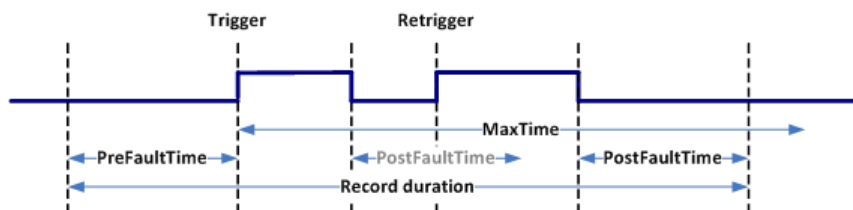


Figura 5.58. Tempos de registo com condição de repetição de disparo.

O comportamento acima é aplicado ao OU lógico de todas as condições internas de disparo configuradas. No caso de disparo externo, a duração do registo pode ser independentemente definida pelo utilizador no parâmetro **ManualTrgTime**.

O IED tem uma capacidade máxima de armazenamento 200 registos. O número atual de registos armazenados depende da duração de cada um (de acordo com Figura 5.59) e, no pior cenário, o dispositivo é capaz de armazenar pelo menos 40 registos sem apagar os ficheiros mais antigos.

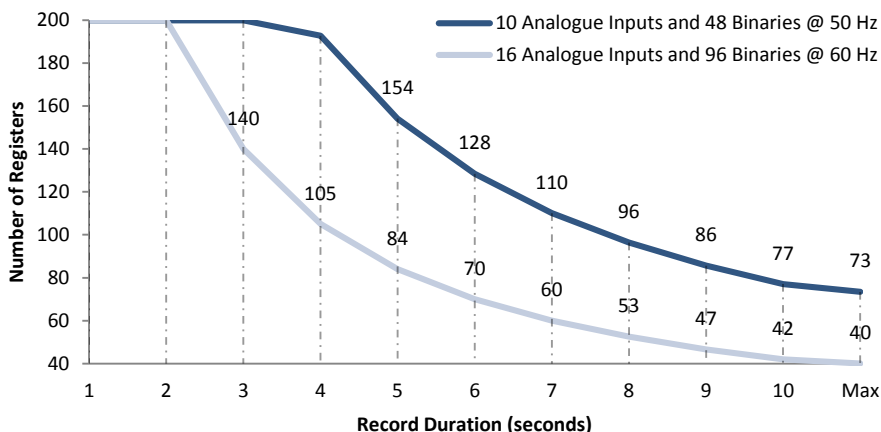


Figura 5.59. Capacidade de memória do Registo de Oscilografia.

Saídas e Controlos

De cada vez que arranca, o Registo de Oscilografia atualiza o valor de várias entidades, nomeadamente:

- ◆ **Trigger:** Este controlo é usado para emitir um disparo manual. O seu estado é **TRUE** quando um disparo novo digital, analógico ou manual é detetado.
- ◆ **ChannelTriggered:** Esta saída indica que uma ou mais entradas estão em disparo.
- ◆ **RecordStarted:** Esta saída indica que o registo começou e está em curso.
- ◆ **RecordEnd:** Esta saída indica que a função acabou de gerar um novo ficheiro de Registo de Oscilografia e está disponível para leitura.
- ◆ **MemoryClear:** este controlo é usado para apagar todos os ficheiros de Registo de Oscilografia. O seu estado é **TRUE** quando a memória está vazia.
- ◆ **MemoryUsed:** Informação sobre a percentagem de memória usada.
- ◆ **RecordNumber:** Número do último Registo de Oscilografia guardado em memória.

5.40.3 INTERFACE

As entradas e saídas que correspondem à interface da função são apresentadas na Tabela 5.135 e Tabela 5.136, respetivamente.

Tabela 5.135. Entradas da Função de Registo de Oscilografia.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Analogue1	Analógica 1	ANL CAN	-	Canal analógico 1
...	...	ANL CAN	-	...
Analogue8	Analógica 8	ANL CAN	-	Canal analógico 8
Binary1	Digital 1	DIG	1	Canal digital 1
...	...	DIG	1	...
Binary96	Digital 96	DIG	1	Canal digital 96

Tabela 5.136. Saídas da Função de Registo de Oscilografia.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração da função
Behavior	Modo de operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Trigger	Disparo	DIG CTRL	-	Ordem de arranque
ChannelTriggered	Canal Ativo	DIG	-	Indicação de canal ativo
RecordEnd	Fim de Gravação	DIG	-	Indicação de fim de gravação
RecordStarted	Início de Gravação	DIG	-	Indicação de início de gravação
MemoryClear	Apagar Memória	DIG CTRL	-	Apagar toda a memória
MemoryUsed	Memória Usada	INT	-	Porcentagem de memória usada
RecordNumber	Número Registo	INT	Sim	Número do último registo

5.40.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são apresentados na Tabela 5.137.

Tabela 5.137. Parâmetros da Função de Registo de Oscilografia.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
TriggerSource	Origem Arranque	INTERNO / EXTERNO / AMBOS	BOTH	Origem do arranque
Retrigger	Re-arranque	OFF / ON	OFF	Continuação da gravação
PreFaultTime	Tempo pré-defeito	[50..500] ms	100	Tempo pré-defeito do registo
PostFaultTime	Tempo pós-defeito	[50..2000] ms	200	Tempo pós-defeito do registo
MaxTime	Tempo Máximo	[200..10000] ms	3000	Duração máxima do registo
ManualTrgTime	Tempo Máximo Manual	[200..10000] ms	3000	Duração máxima do registo por arranque manual
HighTrgLev1	Limiar Alto 1	[0.0..999999.9]	999999.9	Limiar alto de arranque do canal analógico 1
...	...	[0.0..999999.9]	999999.9	...
HighTrgLev8	Limiar Alto 8	[0.0..999999.9]	999999.9	Limiar alto de arranque do canal analógico 8
LowTrgLev1	Limiar Baixo 1	[0.0..999999.9]	0.0	Limiar baixo de arranque do canal analógico 1
...	...	[0.0..999999.9]	0.0	...
LowTrgLev8	Low Trg Lev 8	[0.0..999999.9]	0.0	Limiar baixo de arranque do canal analógico 8

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
TriggerValue1	Opção Arranque 1	POSITIVO / NEGATIVO / NENHUM	NONE	Opção de arranque do canal digital 1
...	...	POSITIVO / NEGATIVO / NENHUM	NONE	...
TriggerValue96	Opção Arranque 96	POSITIVO / NEGATIVO / NENHUM	NONE	Opção de arranque do canal digital 96

A gray square graphic containing the text 'Capítulo' in black and the number '6' in a large white font.

COMUNICAÇÕES

Este capítulo descreve os vários protocolos de comunicação suportados pela TPU S430. O dispositivo inclui um servidor IEC 61850 e suporta mensagens de publicação/ subscrição GOOSE, para além de suportar outras opções protocolares, tanto série como Ethernet. As características principais e a configuração base são explicadas para cada um deles. A informação apresentada neste capítulo é complementada por documentação específica aos protocolos. As diferentes interfaces de comunicação disponíveis na TPU S430 são sucintamente descritas numa secção introdutória.

ÍNDICE

6.1 INTERFACES DE COMUNICAÇÃO 6-3

Total de páginas do capítulo: 7

6.1 INTERFACES DE COMUNICAÇÃO

A TPU S430 suporta até três protocolos de comunicação em simultâneo, de acordo com o que é definido na forma de encomenda do produto. Qualquer protocolo de comunicação disponível na TPU S430 pode ser livremente associado pelo utilizador a qualquer porto de comunicação, desde que sejam respeitadas as restrições de cada protocolo.

Nesta secção, as diferentes interfaces de comunicação e as opções dos meios físicos disponíveis são sucintamente descritas.

6.1.1 PORTAS SÉRIE

A TPU S430 suporta até duas portas série independentes, acessíveis no painel traseiro. A primeira (identificada como COM1) está sempre disponível como característica base do dispositivo, a segunda (identificada como COM2) é opcional.

A porta série COM1 tem duas opções de configuração: RS-232 ou RS-485, as duas para interface cobre. Para a porta série COM2, para além das duas opções anteriores, a opção fibra ótica (vidro ou plástico) está igualmente disponível, desde que requisitada antes da compra. Consultar a secção 2.4.7 - Portas Série para mais detalhes.

Todos os parâmetros típicos das portas série podem ser configurados para as duas portas de um modo independente. A Tabela 6.1 lista estes parâmetros e as suas gamas de configuração.

Tabela 6.1. Parâmetros de configuração de portas série.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Type	Tipo	RS-232 / RS-485	RS-232	Tipo de interface
Baudrate	Baud Rate	600 / 1200 / 2400 / 3600 / 4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600	9600	Baud rate
DataBits	Data Bits	7 DATA BITS / 8 DATA BITS	8 DATA BITS	Número de bits de dados
StopBits	Stop Bits	1 STOP BIT / 2 STOP BITS	1 STOP BIT	Número de bits de stop
Parity	Paridade	NENHUMA / PAR / ÍMPAR	NENHUMA	Paridade
RTSCTS	RTS CTS	OFF / ON	OFF	Controlo de fluxos

A gestão da interface das portas série está dependente do valor do parâmetro **Type**. Quando a entrada **RS-232** é seleccionada, a opção para controlo de fluxos poderá ser ativada através da configuração do parâmetro **RTSCTS**. Este parâmetro não tem qualquer efeito quando **RS-485** é seleccionada.



A mudança do parâmetro **Type** não é suficiente para definir o tipo de interface da porta série. Deverá ser alterada a configuração de *hardware* específica como descrito na subsecção 2.4.7 - Portas Série.

O valor do parâmetro deverá corresponder à configuração, como definido na forma de encomenda do dispositivo.

Quando a interface de fibra ótica estiver disponível, a opção **RS-232** deverá ser definida no parâmetro **Type**.

Os parâmetros descritos acima estão também disponíveis como entidades específicas que podem ser acedidas através de qualquer interface de diagnóstico, como apresentado na Tabela 6.2.

Tabela 6.2. Informação sobre Portas Série.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Type	Tipo	INT	-	Tipo de interface
Baudrate	Baud Rate	INT	-	Baud rate
DataBits	Data Bits	INT	-	Número de bits de dados
StopBits	Stop Bits	INT	-	Número de bits de stop
Parity	Paridade	INT	-	Paridade
RTSCTS	RTS CTS	DIG	-	Controlo de fluxo
Link	Link	DIG	-	Estado da ligação da porta série

A entidade **Link** indica o estado atual das comunicações através da interface. Está ativo sempre que forem enviadas e recebidas mensagens através da porta série.

6.1.2 INTERFACE DE ACESSO LOCAL

A TPU S430 dispõe de uma porta Ethernet adicional no painel frontal, para fins de diagnóstico, manutenção e configuração. Esta porta não poderá ser utilizada para comunicação remota com o Centro de Comando. Esta porta tem uma interface de cobre 10/100BASE-TX. Consultar a subsecção 2.4.6 - Interface de Serviço Frontal para mais detalhes.



A porta Ethernet do painel frontal tem uma configuração de rede fixa:

- ◆ Endereço IP: 192.168.0.100
- ◆ Subnet Mask: 255.255.255.0

Esta porta está indicada para acesso local do dispositivo, por exemplo, para ligação a um *laptop*.



A porta Ethernet do painel frontal tem de ser completamente independente da interface de rede traseira. Para tal, é necessário que o endereço IP e a máscara de rede da porta traseira sejam definidos de modo a ser uma sub-rede completamente separada da interface do painel frontal.

A configuração fixa descrita acima está também disponível nas entidades específicas que podem ser acedidas através de qualquer interface de diagnóstico, como descrito na Tabela 6.3.

Tabela 6.3. Informação sobre a interface de serviço.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
IPAddress	Endereço IP	TEXT	-	Endereço IP
SubnetMask	Máscara de rede	TEXT	-	Máscara de rede
Link	Link	DIG	-	Estado da conexão

A entidade **Link** indica o estado atual das comunicações e é ativada sempre que haja atividade na interface física de Ethernet.

6.1.3 PORTA IRIG-B

A Porta IRIG-B está reservada para a rede de sincronismo dedicada IRIG-B.

6.1.4 PORTAS ETHERNET

A TPU S430 dispõe de duas portas Ethernet traseiras que poderão ser utilizadas para comunicação à distância com o Centro de Comando ou para outros fins (por exemplo, para configuração do dispositivo). Esta porta tem duas opções de configuração: interface em cobre 10/100BASE-TX ou interface em fibra ótica 100BASE-FX. Apenas uma destas duas opções é suportada por cada um dos dispositivos: a sua escolha deverá ser feita durante o processo de compra. Consultar a subsecção 2.4.5 - Ligações da Rede de Local para mais detalhes.

Tabela 6.4. Informação da porta Ethernet.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
MACAddress	Endereço MAC	TEXT	-	Endereço MAC
Optical	Fibra	DIG	-	Estado da ligação da interface de fibra
Copper	Cobre	DIG	-	Estado da ligação da interface de cobre

A entidade **MACAddress** indica o valor do endereço MAC da interface Ethernet. Este identificador único é registado em fábrica no dispositivo e não poderá ser alterado depois.

As entidades **Optical** e **Copper** indicam o estado atual das comunicações. Apenas uma das duas saídas é válida para cada dispositivo, dependendo da configuração específica de *hardware* escolhida. Esta entidade é ativada sempre que existe atividade de ligação na interface Ethernet.

6.1.5 REDES ETHERNET

As redes lógicas devem ser associadas a portas Ethernet físicas quando estão definidas e estão ativas. Existem dois tipos de redes independentes e redundantes. Tabela 6.5, Tabela 6.6, Tabela 6.7, Tabela 6.8, Tabela 6.9, Tabela 6.10 e Tabela 6.11 indicam todos os parâmetros e informação relacionada com redes lógicas.

Tabela 6.5. Independent network configuration settings.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Ethernet	Ethernet	ETH1	-	Porta Ethernet associada à rede
DHCP	DHCP	OFF / ON	OFF	DHCP ativa

Tabela 6.6. Parâmetros de configuração da rede redundante.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
EthernetSlave1	Ethernet slave1	ETH1/ETH2	-	Primeira porta Ethernet slave associada à rede
EthernetSlave2	Ethernet slave2	ETH1/ETH2	-	Segunda porta Ethernet slave associada à rede
DHCP	DHCP	OFF / ON	OFF	DHCP ativo

Tabela 6.7. Parâmetros de configuração Redes VLAN.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Identifier	Identificador	[1...4095]	1	Identificação da rede de área local virtual
Priority	Prioridade	[0...7]	0	Prioridade da rede de área local virtual
DHCP	DHCP	OFF / ON	OFF	DHCP ativo



A opção **DHCP** não está disponível e não é recomendada de todo. Deverá ser usada antes uma configuração de rede fixa, ao definir os parâmetros **IPAddress**, **SubnetMask** e **DefaultGateway**.

Tabela 6.8. Informação Rede/Vlan.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
RxBytes	Rx Bytes	INT	-	Número de bytes recebidos
TxBytes	Tx Bytes	INT	-	Número de bytes transmitidos

Tabela 6.9. Parâmetros de configuração IP.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
IPAddress	Endereço IP	Max 16 Char.	0.0.0.0	Endereço IP
SubnetMask	Máscara de Rede	Max 16 Char.	255.255.255.255	Máscara de Rede

Tabela 6.10. Informação do IP.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
IPAddress	Endereço IP	TEXT	-	Endereço IP
SubnetMask	Máscara de Rede	TEXT	-	Máscara de Rede

Tabela 6.11. Parâmetros de configuração de Route.

Identificador	Título	Tipo	Valor de fábrica	Descrição
Destination	Destino	Max 16 Char.	0.0.0.0	Destino de packets route para um host específico (e.g. 192.168.1.3) ou subnet específica (192.168.1.0) ou por defeito (e.g. 0.0.0.0)
SubnetMask	Máscara de Rede	Max 16 Char.	255.255.255.255	Permite limitar a gama do parâmetro destino para host específico (255.255.255.255), uma subnet específica (e.g. 255.255.255.0) ou para qualquer um (e.g. 0.0.0.0).

Identificador	Título	Tipo	Valor de fábrica	Descrição
Gateway	Gateway	Max 16 Char.	0.0.0.0	Envia os packets ao endereço IP da gateway definida (e.g. 192.168.1.254) ou por defeito (e.g. 0.0.0.0).



Apenas pode ser definida uma Gateway de defeito no IED. Para a definir basta selecionar a rede respectiva e definir o Destino e a Máscara de Rede da rota com o valor 0.0.0.0.



Se o dispositivo nunca teve uma configuração de utilizador, a configuração de fábrica é carregada por defeito e as interfaces de rede deverão ser configuradas pelo Automation Studio acedendo através da porta de acesso local (porta Ethernet frontal) que tem o endereço fixo 192.168.0.100 .

Se a configuração de utilizador for rejeitada, a configuração de fábrica é restabelecida. Se a interface de rede já tiver sido configurada, os seus parâmetros são mantidos. Isto permite o acesso contínuo ao dispositivo, de forma a restabelecer a configuração do utilizador..

A informação descrita acima está disponível nas entidades específicas que podem ser acedidas através de qualquer interface de diagnóstico (e. g. servidor web).



OPERAÇÃO

Este capítulo fornece uma descrição detalhada das operações disponíveis na TPU S430 e o procedimento que deverá ser seguido para usá-las. O objetivo é disponibilizar um guia de referência onde é possível encontrar rapidamente como uma tarefa é desempenhada. Apesar de ser aconselhável ler este capítulo de forma contínua, cada tópico está estruturado de modo a permitir a sua leitura de modo independente. A maioria das operações tem a opção de ser desempenhadas por diferentes interfaces, seja HMI local, Servidor web integrado ou Automation Studio. É importante salientar que, ao longo do capítulo, os exemplos dados nos menus da HMI local são para uma opção de ecrã alfanumérico e não gráfico, no entanto, a informação apresentada é a mesma para os dois.

Devido ao desenvolvimento contínuo da TPU S430, a organização e informação atualmente disponível neste capítulo pode não refletir as novas versões de *firmware*. Podem existir inconsistências que serão resolvidas em cada nova revisão do manual.

ÍNDICE

7.1 GESTÃO DE UTILIZADORES.....	7-3
7.2 CONFIGURAÇÃO DO IDIOMA.....	7-6
7.3 INFORMAÇÃO SOBRE O DISPOSITIVO.....	7-7
7.4 CONFIGURAÇÃO DA REDE	7-10
7.5 CONFIGURAÇÃO DE DATA E HORA	7-13
7.6 DIAGNÓSTICO E INFORMAÇÃO DE I/O	7-14
7.7 FUNÇÕES INTEGRADAS - VISUALIZAÇÃO	7-19
7.8 FUNÇÕES INTEGRADAS - CONTROLOS.....	7-22
7.9 PARÂMETROS OPERACIONAIS.....	7-23
7.10 GAMA DE PARAMETRIZAÇÃO ATIVA.....	7-26
7.11 MODO DISPOSITIVO LÓGICO.....	7-28
7.12 RESTAURAR CONFIGURAÇÃO DE FÁBRICA	7-30
7.13 RESTAURAR OS PARÂMETROS OPERACIONAIS DE FÁBRICA	7-32
7.14 REGISTO DE EVENTOS.....	7-33
7.15 RELATÓRIO DE DEFEITOS	7-36
7.16 REGISTO DE OSCILOGRAFIA	7-40
7.17 APAGAR REGISTOS	7-41
7.18 LIMPAR PERSISTÊNCIA	7-42
7.19 REINICIAR DISPOSITIVO	7-43
7.20 REINICIAR HMI LOCAL.....	7-45
7.21 DIAGNÓSTICO E TESTES.....	7-46

Total de páginas do capítulo: 48

7.1 GESTÃO DE UTILIZADORES

7.1.1 HMI

O menu **Security**, como mostra a Figura 7.1, pode ser acessado ao navegar para baixo no **Main Menu** até o encontrar. Aqui, é possível iniciar e fechar uma sessão segura assim como mudar a palavra-passe de acesso.



Figura 7.1. Menu Segurança.

Para uma autenticação correta, o utilizador terá de inserir o ID correto e a respetiva palavra-passe. O ID é um número de 0 a 9 e a palavra-passe é composta por 6 números de 0 a 9 que terá de ser editado um a um. A Tabela 7.1 indica quais as permissões para cada acesso de ID, enquanto os acessos de fábrica são mostrados na Figura 7.2 e Figura 7.3.

Tabela 7.1. Permissões de acesso para cada ID.

Operação	ID Acesso 0	ID Acesso 1	ID Acesso 2
Configuração do ecrã	Sim	Sim	Sim
Configuração do idioma	Sim	Sim	Sim
Configuração de Data e Hora	Apenas visualização	Sim	Sim
Informação de I/O	Sim	Sim	Sim
Configuração de rede	Apenas visualização	Sim	Sim
Controlos de função integradas	Não	Sim	Sim
Configuração de Parâmetros Operacionais	Apenas visualização	Sim	Sim
Configuração de Gama de Parametrização ativo	Apenas visualização	Sim	Sim
Configuração de Modo de Dispositivo Lógico	Apenas visualização	Sim	Sim
Eliminar Registos	Não	Não	Sim
Repor Configuração de Fábrica	Não	Não	Sim
Repor Parâmetros Operacionais de fábrica	Não	Não	Sim
Registo de Eventos	Apenas visualização	Sim	Sim
Relatório de Defeitos	Apenas visualização	Sim	Sim
Reiniciar Dispositivo	Não	Não	Sim
Reiniciar HMI local	Sim	Sim	Sim
Testes do HMI local	Não	Sim	Sim
Testes de I/O Digitais	Não	Não	Sim

Iniciar Sessão

Para iniciar uma sessão segura, seleccionar a opção **Authentication** e seguir os seguintes passos:

1.  Iniciar a edição 
2.  Mudar elemento 
3.  Ir para o próximo elemento 
4. Repetir passos 2 e 3 até alcançar o último elemento editável
5.  Terminar edição 

Se a autenticação foi bem-sucedida para o acesso de ID pretendido, o utilizador será redireccionado novamente para o menu **Security**, no entanto, se a combinação ID/ palavra-passe inserida for inválida, aparecerá um menu contendo a opção para pressionar C e voltar a tentar. Em qualquer altura é permitido pressionar C para cancelar a autenticação.

A autenticação também pode ser despoletada ao se tentar desempenhar uma ação que exija outro acesso ID. Neste caso, após a autenticação correta o utilizador será direccionado para o menu que se encontrava antes de efetuar a autenticação.

É importante salientar que após efetuar a autenticação, esta não será necessária novamente na mesma sessão.

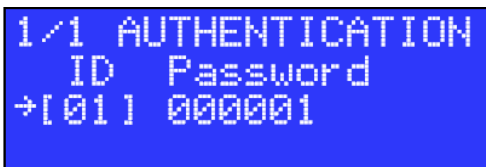


Figura 7.2. Acesso ID 1.



Figura 7.3. Acesso ID 2.

Mudar palavra-passe

Para mudar a palavra-passe de um acesso ID, selecionar a opção **Change Password** e seguir os passos para efetuar a autenticação no ID que será mudado. Uma autenticação correta irá trazer para o menu da Figura 7.4, onde pode inserir a nova palavra-passe.



Figura 7.4. Menu nova Palavra-passe.

Terminar Sessão

Após iniciar uma sessão de segurança, a opção **Quit** ficará disponível. Basta selecioná-la para terminar a sessão.



Figura 7.5. Opção Quit.

Se este passo não for efetuado, a sessão termina quando o screensaver ativar ou o modo hibernação, caso o screensaver não tenha sido configurado.

7.1.2 SERVIDOR WEB

Atualmente, o servidor Web suporta apenas os utilizadores por defeito. Estes são:

- ◆ **Utilizador:** efacec; **Palavra-passe:** efacec
- ◆ **Utilizador:** admin; **Palavra-passe:** admin

Após aceder à página de login, como descrito na subsecção 3.2.1 - Acesso, é necessário apenas inserir as credenciais corretas. Se o login não for bem-sucedido, a mensagem "Wrong user or password!" será apresentada, ou caso contrário, o utilizador será redirecionado para a página principal onde pode aceder a informação e funcionalidades, desde que tenha permissões para as usar.



Se forem feitas múltiplas tentativas de acesso falhadas, mas as credenciais usadas são as corretas e a TPU S430 está a funcionar, o utilizador deve limpar o histórico de navegação antes de voltar a tentar.

7.2 CONFIGURAÇÃO DO IDIOMA

7.2.1 HMI

A HMI local suporta os idiomas Inglês, Português, Espanhol, Francês e Russo, desde que adicionados previamente à configuração. Para mudar de idioma, é necessário navegar no **Main Menu** até ao menu **Display**, presente na Figura 7.6. Aqui, basta selecionar a opção **Language** para visualizar a lista de idiomas na TPU S430 (Figura 7.7) e depois selecionar o idioma pretendido premindo a tecla E.



Figura 7.6. Menu Display.

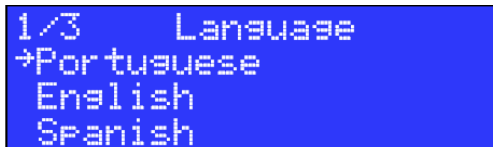


Figura 7.7. Menu configuração de idioma.

7.2.2 SERVIDOR WEB

O servidor Web suporta Inglês, Português, Espanhol, Francês e Russo e a sua seleção depende da configuração do browser utilizado.

7.3 INFORMAÇÃO SOBRE O DISPOSITIVO

Nesta secção é mostrado ao utilizador como pode aceder a informação importante sobre a TPU S430 como versões de firmware e o tipo e versão da configuração carregadas.

A informação de sistema do arranque e runtime é registada no registo do sistema e registo de aplicação. Estes registos estão acessíveis através do servidor web e da ferramenta Automation Studio.

É aconselhável consultar esta informação após uma atualização configuração ou de firmware para validar o processo. Verificar o tipo e a versão da configuração da TPU S430 é a forma mais fácil de garantir que a configuração foi aceite uma vez que a configuração de fábrica é carregada quando a configuração é rejeitada.

Após a atualização de firmware, verificar as versões atuais de firmware permite validar o sucesso do processo.

7.3.1 HMI

Na HMI local, esta informação está disponível no menu **Informations** no **Main Menu**. Ao pressionar a tecla de navegação E e entrando no menu, o utilizador vê a seguinte informação:

- ◆ **Configuration:** - tipo de configuração (fábrica ou utilizador);
- ◆ **Config Version:** - versão da configuração.
- ◆ **Ordering Code:** - código de encomenda da TPU S430;
- ◆ **Serial Number:** - número série da TPU S430;
- ◆ **Firmware Version:** - versão de firmware;
- ◆ **Informação detalhada:**
 - **CPU Version:** - versão de firmware do CPU;
 - **CPU OS Version:** - versão de firmware do Sistema operativo do CPU;
 - **HMI Version:** - versão de firmware da HMI Local;
 - **DSP Version:** - versão de firmware do DSP;

7.3.2 SERVIDOR WEB

No servidor web, esta informação está disponível no menu **About**, debaixo de **Device**.

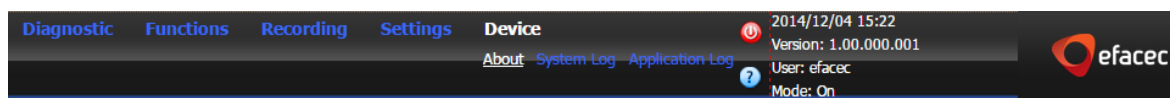


Figura 7.8. Menu Sobre.

A Figura 7.9 mostra a informação disponível neste menu. De salientar que o proprietário, a localização, nome do sistema de energia e role dependem da configuração.

About

Information ↑	Value
Device Vendor	Efacec
Device Location	Substation
Device Ordering Code	TPU S430-1-1-B-2-D-B-A-X-X-X-1-X-X-X
Device Serial Number	000001
Device Model	TPU S430
Device Hardware Revision	1.00
Device Configuration Version	1.00
Device Configuration Type	User
Device Name	Device
Device Owner Name	Utility
Power System Name	Bay
Device Role	Protection
Device Software Revision	1.00.000
CPU Software Revision	1.00.000
HMI Software Revision	1.00.000
DSP Software Revision	1.00.000

Figura 7.9. Menu Sobre.

A secção **System Log** mostra informação de todas as operações do dispositivo. Se houver falhas críticas em alguma operação do dispositivo as mensagens são mostradas no registo de sistema com o nível **CRITICAL** e com a cor **vermelha**. As mensagens de nível **ERROR** são mostradas a **laranja** e as mensagens **WARNING** são mostradas a **amarelo**. No caso de má-operação do IED, consultar este registo é uma ferramenta indispensável para o diagnóstico correto. Um exemplo de operação em bom estado do **System Log** é dado na Figura 7.10.

Level ↓	Date / Time (UTC)	Module	Description	PID	TID
INFO	2016/09/30 13:30:07.197	Config	System running.	1823	1828
INFO	2016/09/30 13:30:07.192	HMI	Connection with Local HMI established	1823	1831
INFO	2016/09/30 13:30:02.737	Config	Factory configuration.	1823	1828
INFO	2016/09/30 13:30:02.703	Config	Initializing system.	1823	1828
INFO	2016/09/30 13:29:53.000	BootProgram	Software reboot procedure	1485	1485
INFO	2016/09/30 13:29:53.585	Config	Software Reboot	1626	1631

Figura 7.10. Exemplo de arranque bem-sucedido do registo de sistema do dispositivo.

A secção **Application Log** mostra a informação de todas as operações feitas nas funções de aplicação do dispositivo. Se se tratarem de falhas críticas nalgumas das funções de aplicação do dispositivo, as mensagens geradas são mostradas com o nível **ERROR** e com a cor **vermelho**. A configuração da função ou erros de parametrização são registadas com mensagens de nível **WARNING** e mostradas a **amarelo**. No caso de má-operação do IED, consultar este registo é uma ferramenta indispensável para o diagnóstico correto. Um exemplo de operação em bom estado de **Application Log** é dado na Figura 7.11.



The screenshot displays the 'Application Log' window with the following details:

- Navigation:** Diagnostic, Functions, Recording, Settings, Device.
- System Info:** 2016/09/30 13:32, Device: Device, Location: Unknown, User: admin, Mode: On.
- efacec logo:** Present in the top right corner.
- Table Headers:** Level, Date / Time (UTC), Title, Id, Description.
- Log Entries:**
 - INFO 2016/09/30 13:30:08.749: Low priority auxiliary task is running.
 - INFO 2016/09/30 13:30:08.749: Task4 is running.
 - INFO 2016/09/30 13:30:08.749: Task3 is running.
 - INFO 2016/09/30 13:30:08.749: Task2 is running.
 - INFO 2016/09/30 13:30:08.749: Task1 is running.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.791: Settings: Active Group change.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.791: Settings: Active Group change.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.791: Settings: Active Group change.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.334: Waiting for master...
 - END 2016/09/30 13:30:07.334: Startup finished!
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.334: Starting acquisition system.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.247: Settings: Active Group change.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.247: Settings: Active Group change.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.247: Settings: Active Group change.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.247: Receive Calibration File.
 - INFO 2016/09/30 13:30:07.247: Receive Analog Group File.
- Footer:** Export, Page 1 of 1, View 1 - 21 of 21.

Figura 7.11. Exemplo de arranque bem-sucedido do dispositivo da aplicação.

7.4 CONFIGURAÇÃO DA REDE

7.4.1 HMI

No **Main Menu** navegar até ao menu **Communications** e pressionar a tecla de navegação key E para aceder ao menu mostrado na Figura 7.12.

```
1/2 Communications
→Local Access
Independent
```

Figura 7.12. Menu Comunicações.

Aqui, é possível seleccionar o menu **Local Access** para aceder à porta Ethernet frontal ou à rede que foi configurada na(s) porta(s) Ethernet traseira(s). Neste exemplo, a rede configurada foi do tipo **Independent** mas poderia ser também **RSTP** ou **Active Backup**. Se a rede não foi configurada, apenas o menu **Local Access** estará disponível.

Acesso Local

O acesso local tem uma configuração fixa e, ao seleccionar este menu, o utilizador pode visualizar um menu não editável com o endereço MAC e os parâmetros da interface. O Endereço IP e a Máscara de Rede será sempre os da Figura 7.13.

```
1/3 Local Access
MAC:
> XX:XX:XX:XX:XX:XX
-----
IP Address:
> 192.168.0.100
-----
Subnet Mask:
> 255.255.255.0
```

Figura 7.13. Menu Acesso Local.

Independente

A informação da porta Ethernet usada pela rede está disponível neste menu. A configuração de rede está disponível nos submenus **IPs/Routes** e **Vlans**.

```

1/4 Independent
MAC:
> XX:XX:XX:XX:XX:XX

-----
Ports:
> ETH1

-----
3/4 Independent
→IPs/Routes
Vlans
    
```

Figura 7.14. Menu independente.

RSTP

A informação das portas traseiras Ethernet utilizadas pela rede está disponível neste menu. A configuração da rede está disponível nos submenus **IPs/Routes** e **Vlans**.

```

1/4 RSTP
MAC:
> XX:XX:XX:XX:XX:XX

-----
Ports:
> ETH1 & ETH2

-----
3/4 RSTP
→IPs/Routes
Vlans
    
```

Figura 7.15. Menu RSTP.

IPs/Routes

As portas traseiras Ethernet podem ser reconfiguradas durante a operação do dispositivo por um utilizador com acesso ID 1 ou superior. Os valores atuais para cada parâmetro apresentado neste menu (a configuração em baixo não é válida e é usada apenas para ilustrar o layout do menu).

```

1/5 IPs/Routes
IP
Address:
→> 0.0.0.0

-----
IP
Subnet:
> 0.0.0.0

-----
Route
Destination:
> 0.0.0.0

-----
Route
Gateway:
> 0.0.0.0

-----
Route
Subnet:
> 0.0.0.0
    
```

Figura 7.16. Menu IPs e Routes.

Para reconfigurar a rede seguir o procedimento para editar parâmetros na HMI local, descrita na subsecção Edição da secção 3.1 - HMI Local.



Acesso ID 1 ou maior é necessário para mudar estes parâmetros. Se o nível de ID atual for insuficiente, o utilizador será automaticamente redirecionado para menu **Authentication** quando iniciar o processo de edição.



É importante que ao reconfigurar a Rede, não se mude e confirme alterações um parâmetro de cada vez. Certificar-se que tudo está configurado corretamente antes de aceitar as mudanças para todo o menu.

7.5 CONFIGURAÇÃO DE DATA E HORA

7.5.1 HMI

No **Main Menu** navegar até ao menu **Date Time Setup**. Ao seleccioná-lo será redirecionado para o menu da Figura 7.17.



Figura 7.17. Menu Data e Hora.

Aqui é possível consultar a data e hora atual, assim como configurar o seu valor. Para tal, seguir o procedimento para editar os parâmetros na HIM local, descrita na subsecção Edição de Menu da secção 3.1 - HMI Local.



O acesso ID 1 ou superior é necessário para mudar estes parâmetros. Se o nível de ID atual for insuficiente será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando iniciar o processo de edição.

7.5.2 SERVIDOR WEB

O servidor Web apenas permite visualizar a data e hora neste ponto.



Figura 7.18. Servidor Web da Data e Hora.

7.6 DIAGNÓSTICO E INFORMAÇÃO DE I/O

7.6.1 HMI

No **Main Menu** navegar até ao menu **IO** e pressionar a tecla E para aceder ao menu mostrado na Figura 7.19.

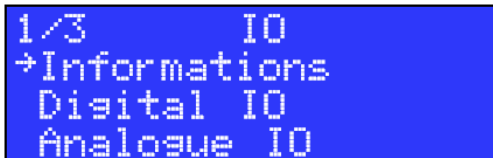


Figura 7.19. Menu IO.

Aqui é possível aceder ao menu **Informations** que contém informação relacionada com todas as cartas de I/O, tais como:

- ◆ Nome da carta;
- ◆ Número série;
- ◆ Versão de firmware;
- ◆ Opção da carta;
- ◆ Edição da carta;
- ◆ Versão de hardware;
- ◆ Número de tensões e correntes;
- ◆ Número de entradas e saídas digitais.

I/O Digitais

Aceder ao menu **Digital IO** sem acesso de segurança permite apenas visualizar a informação, portanto, ao seleccionar este menu o utilizador entra no menu mostrado na Figura 7.20. Ao seleccionar o menu **Boards**, o utilizador acede à lista de cartas digitais na TPU S430 e, a partir de lá, ao estado das saídas e entradas digitais da carta.

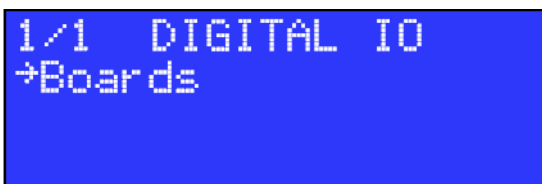


Figura 7.20. Menu I/O Digitais.

No entanto, se a autenticação for de nível 2 no menu **Security** o utilizador terá a opção de ativar o modo de teste de I/O ao seguir a sequência descrita em Figura 7.21. Se a TPU S430 entrar em modo teste, a opção irá mudar de **“Enter Test Mode”** para **“Exit Test Mode”**.

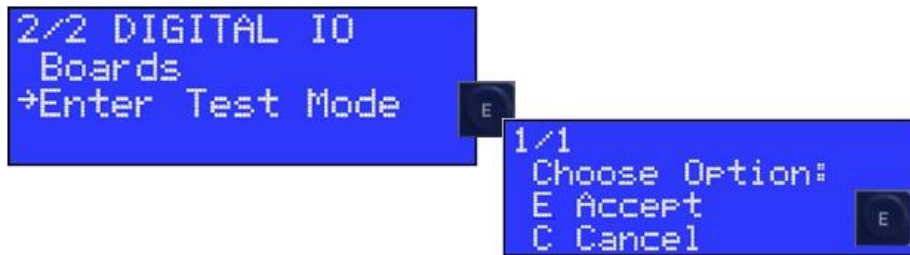


Figura 7.21. Modo de teste I/O digitais.

Após ativar o modo de teste I/O digitais, ao entrar no menu **Boards** e selecionar a carta, o utilizador não só pode visualizar o estado das entradas e saídas digitais como pode também forçar o valor de qualquer saída digital. Este procedimento está descrito na subsecção Edição da secção 3.1 - HMI Local. Após a aceitação das alterações, se o estado das saídas digitais mudar para novos estados, a carta está a funcionar corretamente.

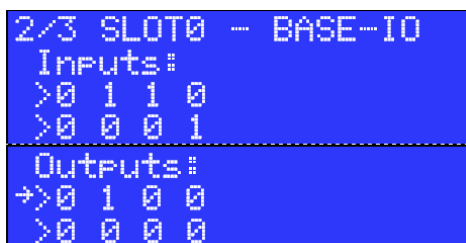


Figura 7.22. Mudar o estado das saídas da carta de BASE-I/O.

O teste de I/O digitais pode também ser acedido através do menu **Diagnostic** no **Main Menu**. O procedimento de teste é o mesmo que o descrito acima.



É necessário nível 2 de ID para forçar o estado da saída digital. Se aceder através do menu **IO** será necessário aceder primeiro ao menu **Security** para efetuar a autenticação, contudo, se o utilizador aceder através do menu de **Diagnostic** será redirecionando automaticamente para o menu **Authentication**, ao começar o processo.



Se forçar o estado das saídas digitais e estas não mudarem após aceitar as mudanças, o utilizador deve certificar-se que entrou no modo de teste.



Ao testar as saídas de IO digital, não pode haver qualquer ligação à carta para além do equipamento de teste para determinar o estado da saída.



Após finalizar o diagnóstico de I/O digitais, o utilizador terá de selecionar a opção **“Exit Test Mode”** para retomar a operação normal. **Isto reiniciará a unidade.**

I/O Analógicas

Ao seleccionar o menu **Analogue IO**, o utilizador será redireccionado para o menu da Figura 7.23 onde pode seleccionar o menu **Boards** e visualizar todas as cartas analógicas na unidade, o seu slot e nome, ou seleccionar o menu **Calibration**.



Figura 7.23. Menu I/O Analógicas.

Ao seleccionar o menu **Calibration** o utilizador obterá o estado de calibração para cada carta analógica na TPU S430. Na Figura 7.24 e Figura 7.25 pode visualizar-se que a carta calibrada mostrará a informação **OK** enquanto uma carta que não está calibrada mostrará a informação **NOK**.

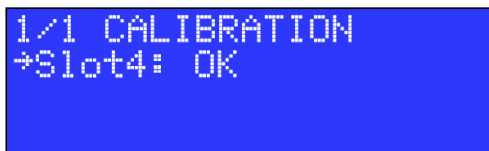


Figura 7.24. Calibração OK.

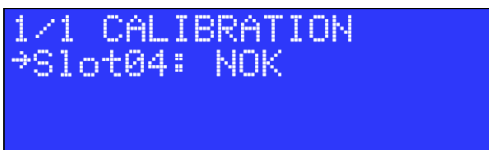


Figura 7.25. Calibração NOK.

Ao seleccionar a carta com a indicação **OK** o utilizador será redireccionado para o menu que mostra as escalas para as quais a carta foi calibrada, como visto na Figura 7.26. Por outro lado, seleccionar uma carta **NOK** irá redireccionar o utilizador para o menu em que é fornecida a causa para a carta não estar calibrada. Na Tabela 7.2 é possível consultar os motivos para tal acontecer.

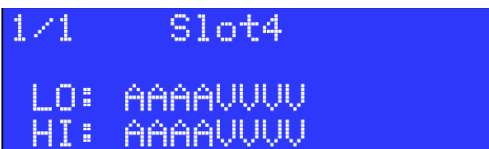


Figura 7.26. Sub-menu Calibração.

Tabela 7.2. Causas para uma carta não-calibrada.

NOK	Descrição
Não Calibrada	O dispositivo nunca foi calibrado
Ficheiro Danificado	Erro no ficheiro de calibração
Versão Inválida	Versão do ficheiro de calibração não suportada pelo dispositivo

7.6.2 SERVIDOR WEB

O servidor web suporta apenas a visualização da informação relativa a cartas de I/O.

Para aceder a esta informação, selecionar o menu **IO** que é um submenu de **Diagnostic**, como mostrado pela Figura 7.27.

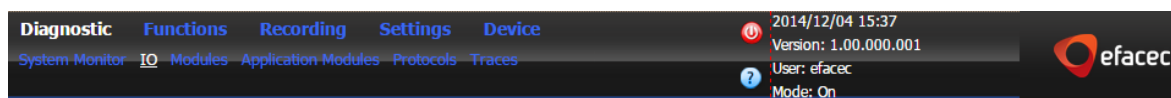


Figura 7.27. Menu IO.

Aqui o utilizador pode verificar toda a informação relativa a I/O, sejam digitais ou analógicas. Para atualizar os dados é necessário selecionar o botão de atualizar que aparece na área de conteúdo.

No caso de I/O Digitais, existem três tabelas possíveis, com informação distinta, que pode ser visível neste menu. Como mostra a Figura 7.28, a primeira tabela contém informação importante sobre a própria carta enquanto a segunda e a terceira tabela contém informação sobre o estado atual das entradas digitais e saídas digitais, respetivamente. As duas últimas tabelas estão presentes apenas se a carta possui entradas digitais e/ou saídas digitais.

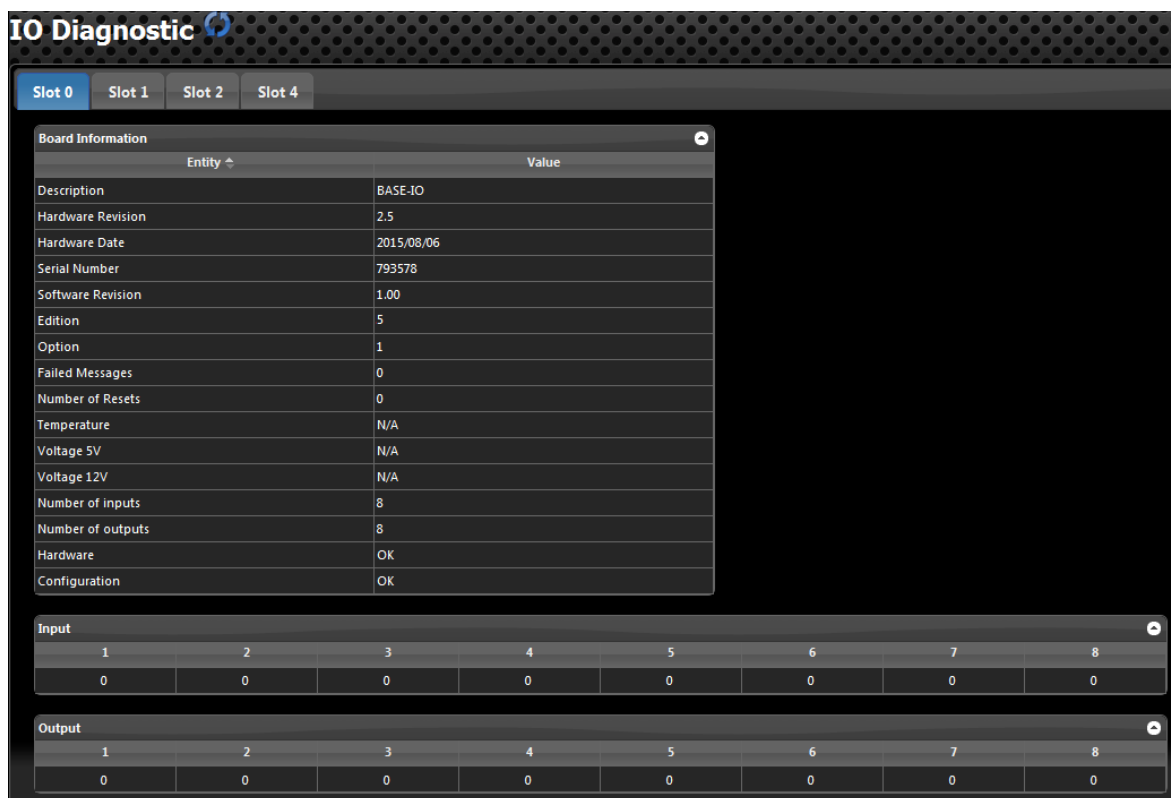


Figura 7.28. I/O Digitais.

Só existe uma tabela para I/O digitais com a informação sobre a carta, como mostra a Figura 7.29. Para além disso, é possível consultar o estado da calibração.

Board Information	
Entity ↕	Value
Description	MAP8082
Hardware Revision	2.1
Hardware Date	2014/12/18
Serial Number	763946
Software Revision	1.03
Edition	3
Option	8
Failed Messages	0
Number of Resets	0
Temperature	30.66 °C
Voltage 5V	4.92 V
Voltage 12V	N/A
Number of currents	8
Number of voltages	4
Calibration	NOK
Hardware	OK
Configuration	OK

Figura 7.29. I/O Analógicas.

7.7 FUNÇÕES INTEGRADAS - VISUALIZAÇÃO

Para as funções integradas, a informação existente é disponibilizada por relevância e importância facilmente acessível pelo utilizador. Assim, esta informação foi dividida por função em cinco grupos:

- ◆ **Medidas**

- Medidas Monofásicas
- Medidas Trifásicas
- Diferencial Restrita de Terra
- Regulação Automática de Tensão

- ◆ **Contagem**

- Contagem Trifásica

- ◆ **Registo**

- Oscilografia
- Localizador de Defeitos

- ◆ **Supervisão**

- Verificação de Condutor Partido
- Supervisão de Disjuntor
- Falha de Disjuntor
- Supervisão de Seccionador
- Supervisão de TI
- Supervisão de TT
- Controlo e Supervisão do Comutador de Tomadas
- Sobrecarga Térmica
- Supervisão do Circuito de Disparo

- ◆ **Controlo**

- Regulação Automática de Tensão
- Controlo de Disjuntor
- Controlo do Seccionador
- Arranque de Carga Fria
- Máximo de Corrente de Defeitos Terra para Sistemas Não Ligados à Terra
- Bloqueio de Fecho do Disjuntor
- Verificação de Sincronismo
- Controlo e Supervisão do Comutador de Tomadas
- Religação Automática Trifásica
- Lógica de Disparo Trifásico

É importante salientar que esta divisão é usada para o HMI Local assim como o servidor web, em ambos, cada função integradas é um menu navegável.

7.7.1 HMI

A partir da Figura 7.30 é possível visualizar os primeiros cinco menus, no **Main Menu**, correspondentes a cada categoria.

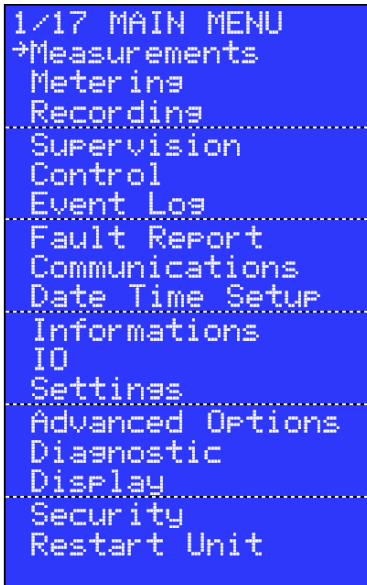


Figura 7.30. Menu Principal.

Ao selecionar um destes menus, pode ser confrontado com diferentes layouts dado que o formato do menu dependerá da configuração, assim como o número de funções presentes na TPU S430.

Como resultado, é possível obter as seguintes situações, dependendo do número de funções presentes:

- ◆ **Sem função integrada:**

Menu “Not Configured”.



- ◆ **Uma ou mais que uma função integrada:**

Lista de funções: - selecionar a função dá acesso a todos os dados relevantes sobre essa função.

7.7.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web, é possível aceder à informação sobre a função integrada através do menu **Functions**.

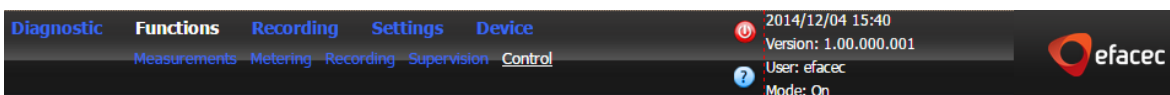


Figura 7.31. Selecionar a categoria das funções integradas.

Após selecionar uma categoria, o utilizador dispõe de uma tabela para cada função. Para refrescar a informação é necessário selecionar o botão para actualizar, junto do título de cada função. A Figura 7.32 mostra um exemplo da informação apresentada quando a categoria **Control** é selecionada.

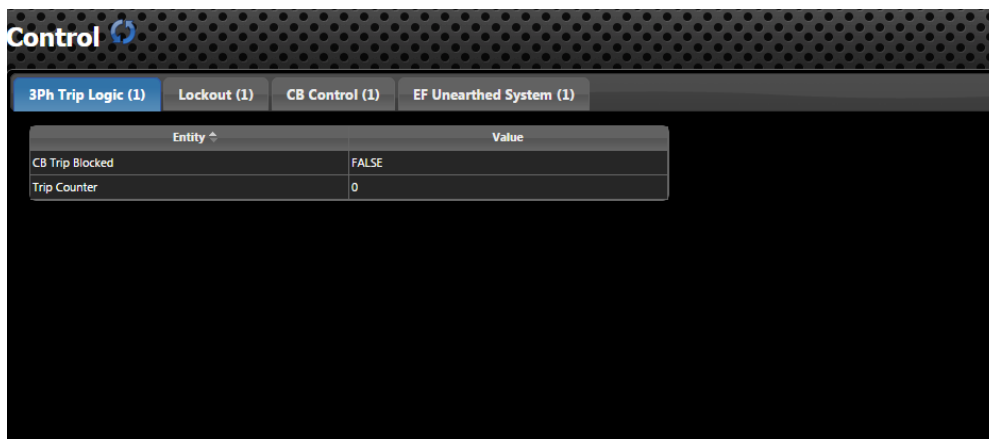


Figura 7.32. Menu Controlo.

7.8 FUNÇÕES INTEGRADAS - CONTROLOS

7.8.1 HMI

Ao navegar no menu **Measurements, Metering, Recording, Supervision** ou **Control**, é possível encontrar várias entradas, identificadas pela seta de seleção, nas quais é possível o utilizar executar um controlo.

Dar um controlo segue o procedimento descrito na subsecção Edição da secção 3.1 - HMI Local mas, ao iniciar o processo de edição, o utilizador não irá editar o valor mas sim o controlo que pretende dar. Assim, o utilizador será redirecionado para o menu mostrado na Figura 7.33.



Figura 7.33. Menu Seleccionar Controlo.

Após pressionar a tecla de navegação E para terminar a edição do controlo pretendido, irá aparecer um menu sugerindo a confirmação ou a anulação desse controlo e, no caso de confirmar, o utilizador pode visualizar se o controlo foi executado ou bloqueado e o porquê de ter sido bloqueado.

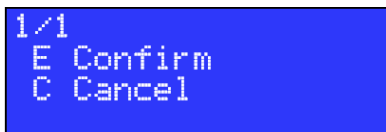


Figura 7.34. Menu Confirmação.

A Figura 7.35 mostra uma situação em que o controlo foi aceite enquanto na Figura 7.36 o controlo foi rejeitado pela "hierarquia de comando". A Tabela 4.19 contém todas as causas possíveis para rejeição.



Figura 7.35. Controlo executado.



Figura 7.36. Controlo bloqueado.

Em qualquer momento, o utilizador pode pressionar a tecla de navegação C para voltar ao menu onde estava antes de iniciar o processo.



É necessário acesso ID 1 ou superior para dar um control. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

7.9 PARÂMETROS OPERACIONAIS

7.9.1 HMI

No **Main Menu**, navegar até ao menu **Settings** e pressionar a tecla de navegação C para aceder ao menu apresentado na Figura 7.37.

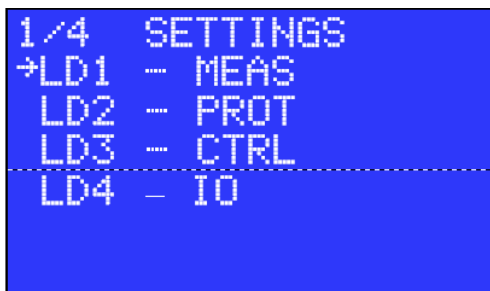


Figura 7.37. Menu Parâmetros.

Aqui, é dada uma lista de todos os dispositivos lógicos presentes na configuração, assim como o nome respetivo. Ao seguir a sequência de instruções na Figura 7.38 o utilizador alcança os parâmetros de uma função integrada. É importante salientar que, para as funções definidas pelo utilizador, apenas a sua lista estará disponível e não é possível visualizar ou editar os parâmetros.

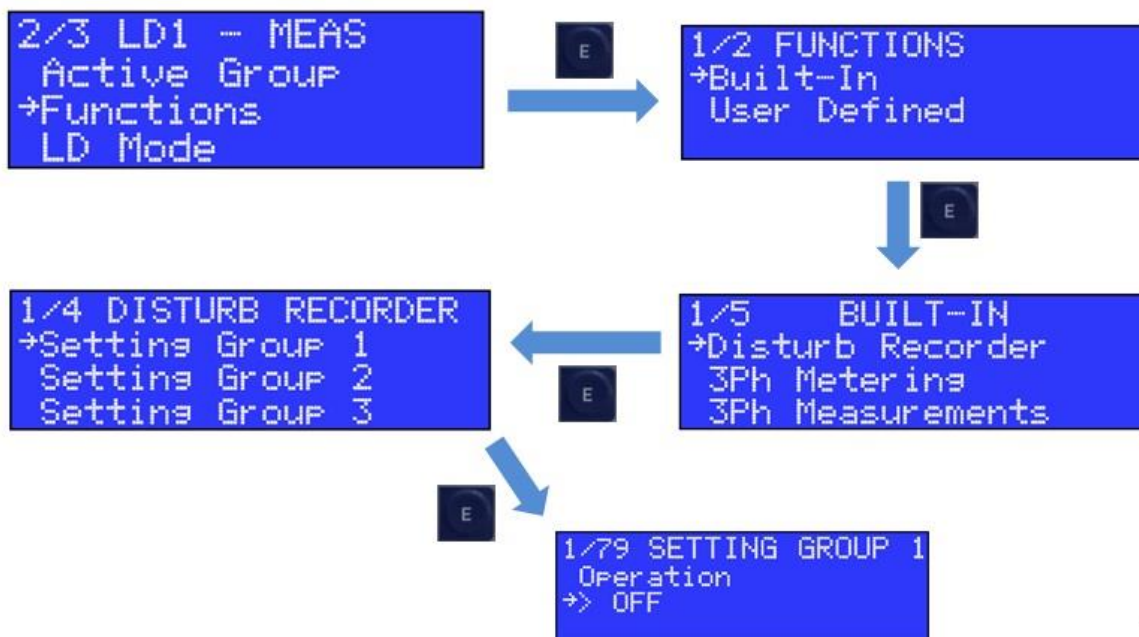


Figura 7.38. Aceder aos parâmetros da função integrada.

As funções integradas poderão ter os seus parâmetros editados ao seguir o procedimento descrito na subsecção Edição da secção 3.1 - HMI Local. De salientar que sempre que se aceitarem mudanças, todos os parâmetros presentes no menu serão implementadas, assim, é aconselhável se assegurar que todas as mudanças tenham sido feitas antes de as aceitar.



É necessário acesso ID 1 ou superior para editar parâmetros das funções. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

7.9.2 SERVIDOR WEB

Os parâmetros operacionais podem ser acedidos no servidor web através do menu **Parâmetros** e depois o submenu **Operational Settings**.



Figura 7.39. Aceder aos parâmetros da função.

Aqui pode aceder à lista de funções em cada dispositivo lógico, como mostra a Figura 7.40.

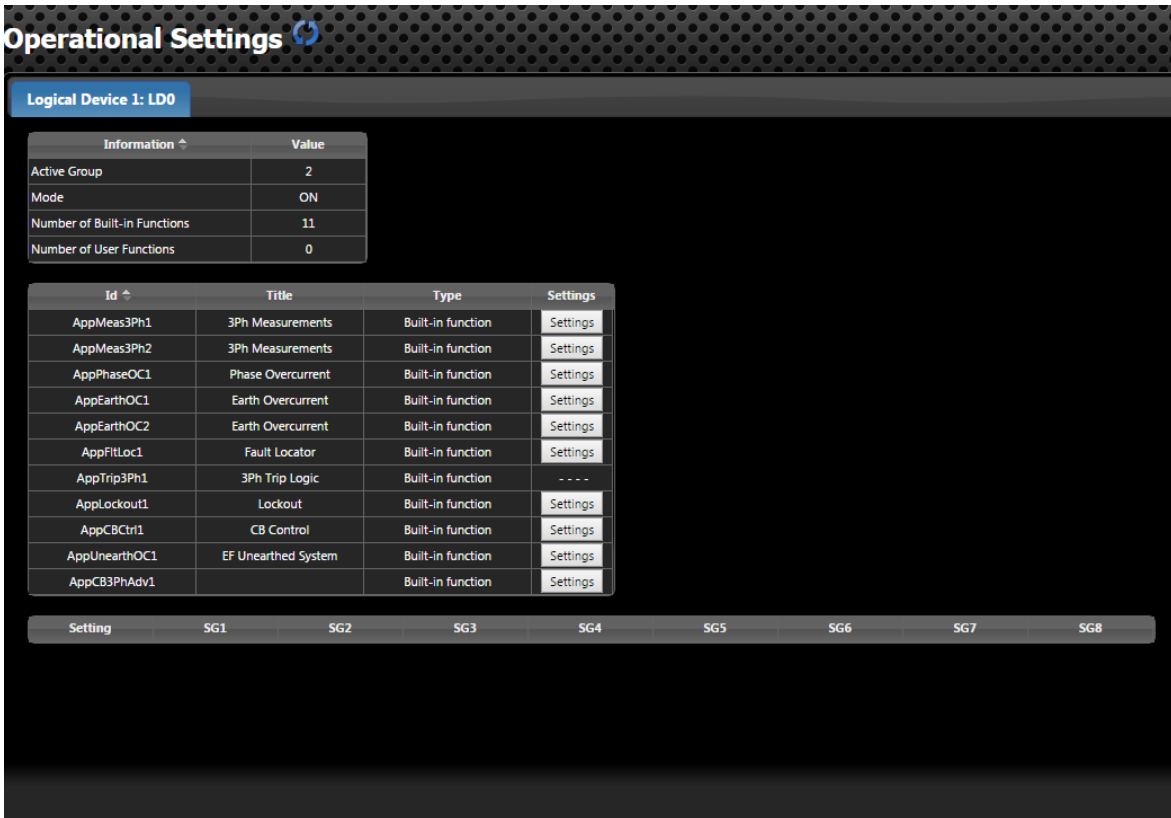


Figura 7.40. Menu Parâmetros.

Ao seleccionar a função, será redirecionado para a tabela em que todos os parâmetros, dessa função, são mostrados assim como o seu valor para cada gama de parametrização. Neste momento, não é possível editar estes parâmetros através do servidor web.

Operational Settings

Logical Device 1: LD0

Information	Value
Active Group	2
Mode	ON
Number of Built-in Functions	11
Number of User Functions	0

Id	Title	Type	Settings
AppMeas3Ph1	3Ph Measurements	Built-in function	Settings
AppMeas3Ph2	3Ph Measurements	Built-in function	Settings
AppPhaseOC1	Phase Overcurrent	Built-in function	Settings
AppEarthOC1	Earth Overcurrent	Built-in function	Settings
AppEarthOC2	Earth Overcurrent	Built-in function	Settings
AppFitLoc1	Fault Locator	Built-in function	Settings
AppTrip3Ph1	3Ph Trip Logic	Built-in function	- - -
AppLockout1	Lockout	Built-in function	Settings
AppCBCtrl1	CB Control	Built-in function	Settings
AppUnearthOC1	EF Unearthed System	Built-in function	Settings
AppCB3PhAdv1		Built-in function	Settings

Setting	SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6	SG7	SG8
Operation	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Distance Unit	km	km	km	km	km	km	km	km
Sect 1 R Pos	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Sect 1 X Pos	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Sect 1 R Zero	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Sect 1 X Zero	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Sect 1 Length	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

Figura 7.41. Tabela de parâmetros do Localizador de Defeitos.

7.9.3 AUTOMATION STUDIO

Os parâmetros operacionais podem ser configurados e implementados ao aceder à opção **Operational Settings** no Solution Explorer, como indica a Figura 7.42. Para uma explicação mais detalhada de como usar esta funcionalidade, consultar os manuais do Automation Studio, presentes em cada versão, ao aceder ao menu **Help** e seleccionar **User Manuals**.

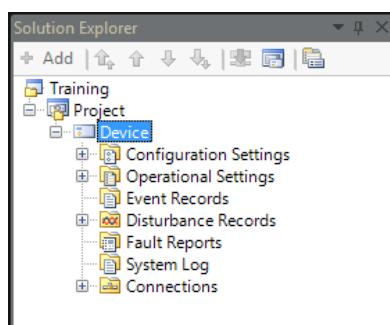


Figura 7.42. Solution Explorer do Automation Studio.

7.10 GAMA DE PARAMETRIZAÇÃO ATIVA

7.10.1 HMI

No **Main Menu**, navegar até ao menu **Settings** e pressionar a tecla de navegação E. Ao seguir a sequência na Figura 7.43 é possível chegar até à gama de parametrização ativa do dispositivo lógico.

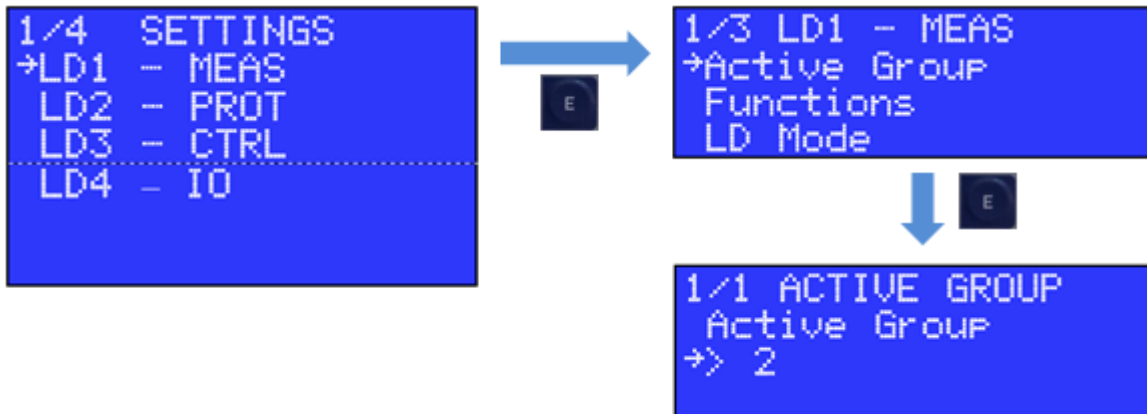


Figura 7.43. Sequência para chegar até à Gama Ativa de um Dispositivo Lógico.

Para editar a gama ativa, seguir o procedimento descrito na subsecção Edição da secção 3.1 - HMI Local.



É necessário acesso ID 1 ou superior para mudar a gama ativa de um dispositivo lógico. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

7.10.2 SERVIDOR WEB

No servidor web é possível aceder à gama ativa de um dispositivo lógico ao selecionar o menu **Settings** e depois o submenu **Operational Settings**, como mostrado pela Figura 7.44.



Figura 7.44. Acesso à Gama de Parametrização Ativo do Dispositivo Lógico.

Aqui, o utilizador tem acesso à gama de parametrização ativa de cada dispositivo lógico, como indica a Figura 7.45. Esta informação é apenas de leitura. Não é possível mudá-la através do servidor web.

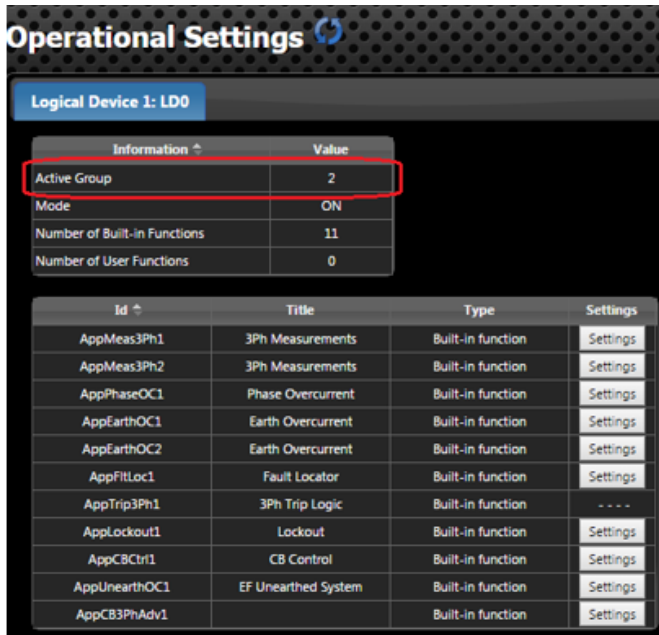


Figura 7.45. Gama de parametrização do Dispositivo Lógico.

7.10.3 AUTOMATION STUDIO

A gama de parametrização pode ser configurado através do Automation Studio ao expandir a tab **Operational Settings** no Solution Explorer, como indica a Figura 7.46, e selecionar a tag **current** para aceder aos parâmetros operacionais, onde o utilizador dispõe da opção de selecionar o grupo ativo de cada dispositivo lógico. Para uma informação mais detalhada de como usar esta funcionalidade, consultar os manuais do Automation Studio, presente em cada versão, acedendo ao menu **Help** e selecionar **User Manuals**.

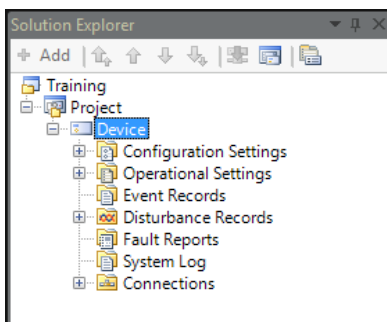


Figura 7.46. Solution Explorer do Automation Studio.

7.11 MODO DISPOSITIVO LÓGICO

O modo dispositivo lógico pode ser o valor:

- ◆ Off
- ◆ Teste
- ◆ On

7.11.1 HMI

No **Main Menu**, navegar até ao menu **Settings** e pressionar a tecla de navegação para aceder. Ao seguir a sequência na Figura 7.47 é possível alcançar o modo do dispositivo lógico.

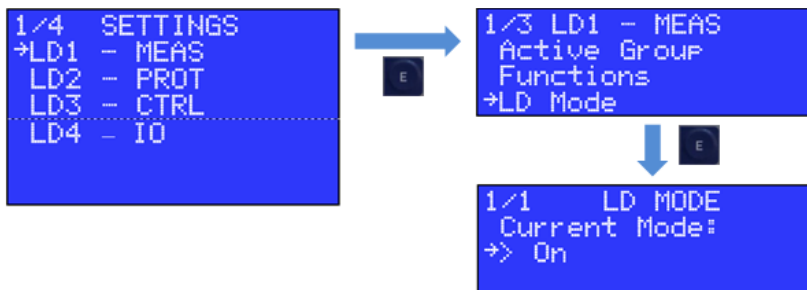


Figura 7.47. Sequência para alcançar o Modo de Dispositivo Lógico.

Para editar o modo dispositivo lógico, seguir o procedimento descrito na subsecção Edição da secção 3.1 - HMI Local.



É necessário acesso ID 1 ou superior para mudar o modo de dispositivo lógico. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

7.11.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web é possível aceder ao dispositivo lógico através do menu **Settings** e depois no submenu **Operational Settings**, como indica a Figura 7.48.



Figura 7.48. Aceder ao Modo Dispositivo Lógico.

Operational Settings

Logical Device 1: LD0

Information	Value
Active Group	2
Mode	ON
Number of Built-in Functions	11
Number of User Functions	0

Id	Title	Type	Settings
AppMeas3Ph1	3Ph Measurements	Built-in function	Settings
AppMeas3Ph2	3Ph Measurements	Built-in function	Settings
AppPhaseOC1	Phase Overcurrent	Built-in function	Settings
AppEarthOC1	Earth Overcurrent	Built-in function	Settings
AppEarthOC2	Earth Overcurrent	Built-in function	Settings
AppFitLoc1	Fault Locator	Built-in function	Settings
AppTrip3Ph1	3Ph Trip Logic	Built-in function	- - -
AppLockout1	Lockout	Built-in function	Settings
AppCBCtrl1	CB Control	Built-in function	Settings
AppUnearthOC1	EF Unearthed System	Built-in function	Settings
AppCB3PhAdv1		Built-in function	Settings

Figura 7.49. Modo Dispositivo Lógico.

7.12 RESTAURAR CONFIGURAÇÃO DE FÁBRICA

7.12.1 HMI

Através da HMI local é possível apagar a configuração de utilizador e recarregar a de fábrica. Para aceder a esta opção, navegar no **Main Menu** até ao menu **Advanced Options** e pressionar a tecla de navegação E para aceder ao menu indicado na Figura 7.50.

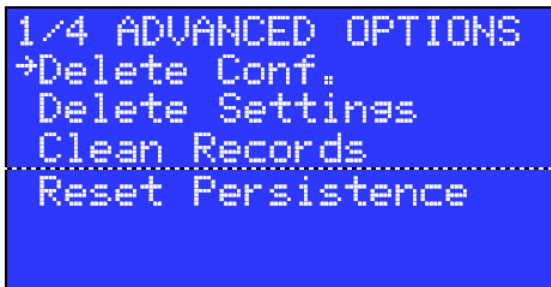


Figura 7.50. Menu Opções Avançadas.

Aqui é possível seleccionar a opção **Delete Conf.** Esta ação irá reiniciar a TPU S430.



É necessário acesso ID 2 para executar esta ação. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

7.12.2 SERVIDOR WEB

Para poder apagar a configuração de utilizador e recarregar a configuração de fábrica através do servidor web, é necessário seguir os seguintes passos mostrados na Figura 7.51:

- ◆ (1) Pressionar o botão  para obter a lista de opções (2)
- ◆ Seleccionar a opção **“Reset Configuration”** (3).

Esta ação irá reiniciar a TPU S430.

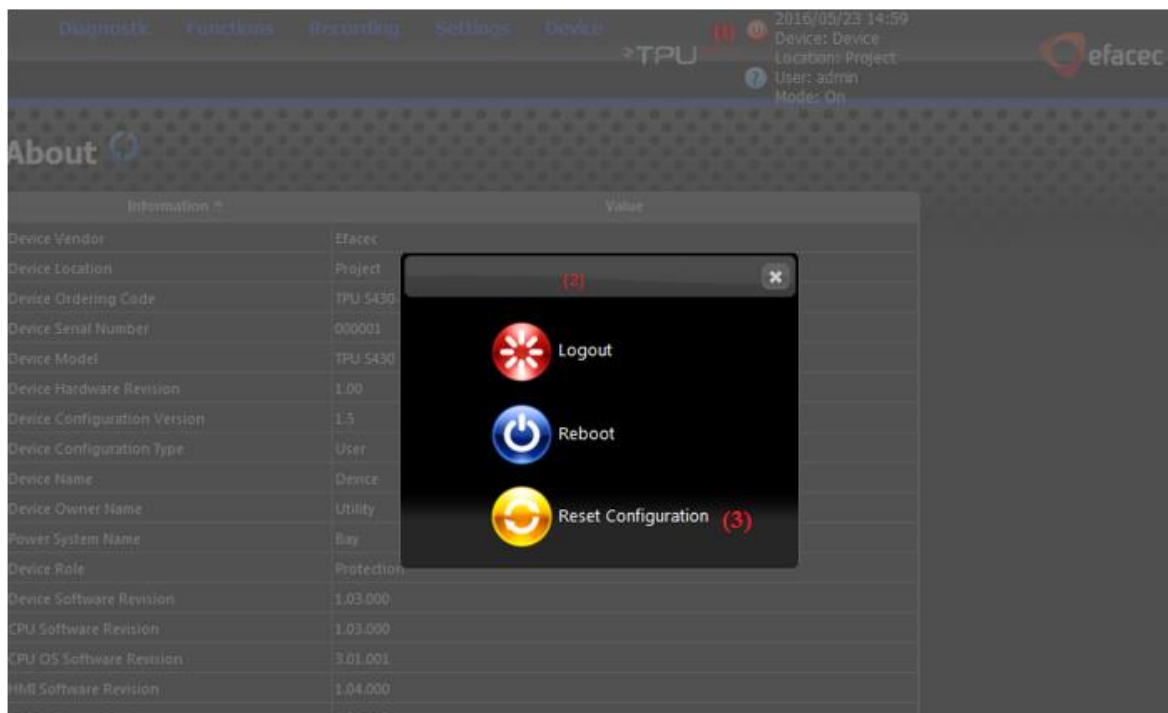


Figura 7.51. Restaurar a configuração de fábrica.



Para aceder a esta opção tem que fazer login como administrador.

7.13 RESTAURAR OS PARÂMETROS OPERACIONAIS DE FÁBRICA

7.13.1 HMI

Através da HMI Local é possível apagar os parâmetros operacionais configurados pelo utilizador e recarregar os de fábrica. Para aceder a esta opção, navegar no **Main Menu**, até ao menu **Advanced Options** e pressionar a tecla de navegação E para aceder ao menu na Figura 7.52.

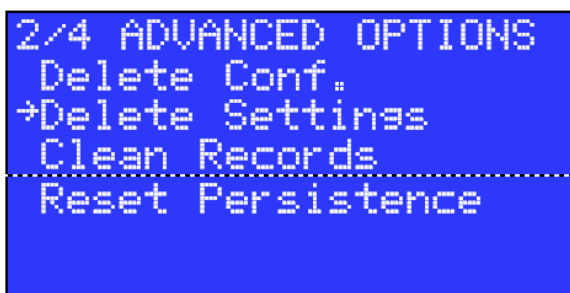


Figura 7.52. Menu Opções Avançadas.

Aqui seleccionar a opção **Delete Settings**. Esta ação irá reiniciar a TPU S430.



É necessário acesso ID 2 para executar esta ação. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

7.14 REGISTO DE EVENTOS

7.14.1 HMI

Para aceder ao registo de eventos através da HMI Local, navegar no **Main Menu** até ao menu **Event Log**. Pressionar a tecla de navegação E irá dar acesso ao menu da Figura 7.53.

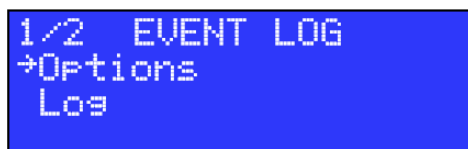


Figura 7.53. Menu Registo de Eventos.

Aqui pode aceder ao menu **Options** com os seguintes itens:

- ◆ **Ordem dos Eventos:**

Ao aceder ao submenu é possível mudar a ordem na qual os eventos são mostrados na HMI local (descendente ou ascendente).

- ◆ **Número de Eventos:**

Ao aceder a este submenu é possível mudar o número de eventos que são visualizados na HMI local.

- ◆ **Limpar Eventos:**

Permite eliminar todos os eventos armazenados na TPU S430.

Todas estas opções permitem a visualização do registo de eventos na HMI local, à exceção da opção para limpar o registo de eventos na unidade que apaga os registos da TPU S430, portanto, também previne a sua visualização na HMI local.

Editar a ordem e o número de eventos segue o procedimento descrito na subsecção Edição da secção 3.1 - HMI Local. Para eliminar o registo de eventos, deve seleccionar a opção pretendida com a tecla de navegação E.



É necessário acesso ID 1 ou superior para executar esta ação. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

Selecionar o submenu **Log** permitirá o acesso aos últimos eventos na ordem e número configurados no menu opções. A Figura 7.54 é um snapshot de um evento. A primeira linha da página dá o número do evento e a informação do número total de eventos no menu. Cada evento contém a informação seguinte:

- ◆ **Ocorrência do evento:**

Data e hora com resolução de 1 ms;

- ◆ **Entidade:**

Descrição da entidade que originou o evento;

- ◆ **Campo que originou o evento:**

É indicado o campo que originou o evento assim como o seu novo valor.

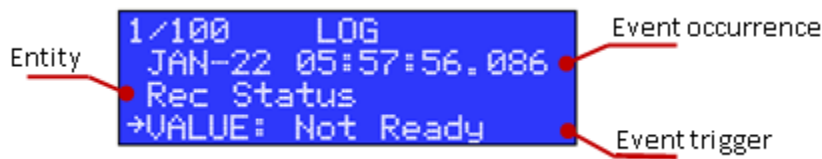


Figura 7.54. Evento.

Na razão do evento é possível pressionar a tecla de navegação E para entrar num submenu onde é possível consultar detalhadamente toda a informação registada quando ocorreu o evento.

É importante referir que se o evento tiver sido originado por mais de um campo, haverá uma página para cada um, com a mesma informação à exceção do próprio campo e o seu valor. Nesses eventos, a informação apresentada ao navegar dentro do submenu será a mesma porque são, efetivamente, o mesmo evento.

7.14.2 SERVIDOR WEB

No servidor web é possível aceder ao Registo de Eventos através do menu **Event Log** debaixo do menu **Recording**, como visto na Figura 7.55.



Figura 7.55. Registo de Eventos do Servidor Web.

É possível observar na Figura 7.56 que a tabela de registo de eventos é composta por:

- ◆ **Identificação:**
Identificação da entidade
- ◆ **Data / Hora :**
Data e hora em que o evento foi inserido no registo de eventos
- ◆ **Trigger:**
Campo ou campos que originaram o evento
- ◆ **Register:**
Campos registados quando um evento ocorre

O número de eventos que é possível consultar no servidor web, por questões de desempenho, é limitado ao máximo de 1500 e podem ser atualizados ao pressionar o botão Atualizar. Como mostrado pela Figura 7.56, também há a possibilidade de eliminar o registo de eventos ao selecionar a opção “Apagar Registo Eventos” que permite apagar todos os registos da TPU S430.

Event Log

Delete Events

Identification	Date / Time	Trigger	Register
LD0.PhaseOC1.St4TripC	2014/12/03 20:04:40.796	Value: On/True	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.793
LD0.PhaseOC1.St3Trip	2014/12/03 20:04:40.796	Value: On/True	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.793
LD0.PhaseOC1.St4Trip	2014/12/03 20:04:40.799	Value: On/True	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.793
LD0.PhaseOC1.St3PickupB	2014/12/03 20:04:40.835	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.832
LD0.PhaseOC1.St3PickupC	2014/12/03 20:04:40.836	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.833
LD0.PhaseOC1.St4PickupB	2014/12/03 20:04:40.836	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.833
LD0.PhaseOC1.St4PickupC	2014/12/03 20:04:40.836	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.833
LD0.PhaseOC1.St3TripB	2014/12/03 20:04:40.837	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.833
LD0.PhaseOC1.St3TripC	2014/12/03 20:04:40.837	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.833
LD0.PhaseOC1.St4TripB	2014/12/03 20:04:40.837	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.833
LD0.PhaseOC1.St4TripC	2014/12/03 20:04:40.837	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.833
LD0.PhaseOC1.St3PickupA	2014/12/03 20:04:40.838	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.837
LD0.PhaseOC1.St4PickupA	2014/12/03 20:04:40.838	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.838
LD0.PhaseOC1.St3Pickup	2014/12/03 20:04:40.838	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.838
LD0.PhaseOC1.St4Pickup	2014/12/03 20:04:40.840	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.838
LD0.PhaseOC1.St3TripA	2014/12/03 20:04:40.843	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.838
LD0.PhaseOC1.St4TripA	2014/12/03 20:04:40.843	Value: Off/False	Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 20:04:40.838
LD0.PhaseOC1.St3Trip	2014/12/03 20:04:40.843	Value: Off/False	Quality: Good, Process

Export Page 1 of 3 500 View 1 - 500 of 500

Figura 7.56. Tabela de Registo de Eventos.

7.14.3 AUTOMATION STUDIO

O registo de eventos pode ser visualizado e apagado no Automation Studio através da opção **Event Records** no Solution Explorer, como indica a Figura 7.57. Para uma explicação detalhada de como usar esta funcionalidade, consultar os manuais do Automation Studio, presentes em cada versão, acedendo ao menu **Help** e seleccionar **User Manuals**.

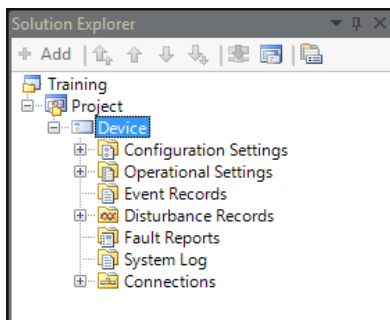


Figura 7.57. Automation Studio's Solution Explorer.

7.15 RELATÓRIO DE DEFEITOS

7.15.1 HMI

Na HMI local é possível aceder à informação “**Summary**” do último Relatório de Defeitos armazenado na TPU S430 assim como aceder às opções e informação relevante do módulo de Relatório de Defeitos.

Para aceder ao menu **Fault Report** navegar no **Main Menu** e pressionar a tecla de navegação E para entrar no menu da Figura 7.58.

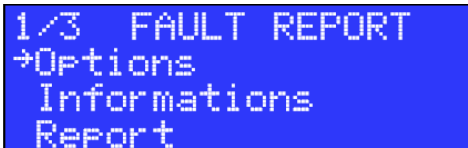


Figura 7.58. Menu Relatório de Defeitos.

Aqui estão vários submenus disponíveis.

- ◆ **Opções:**

Contém opção para apagar todos os Relatórios de Defeitos criados e reinicar os contadores relacionados com o Relatório de Defeito.

- ◆ **Informações:**

Em Curso: - indica se o relatório está curso;

Número de Relatórios: - indica o número de relatórios criados com a configuração atual;

Relatórios Perdidos: - indica o número de relatórios perdidos com a configuração actual.

- ◆ **Relatório:**

Componente **Sumário** do último relatório criado. A Figura 7.59 mostra um relatório possível.



Figura 7.59. Menu Relatório.

7.15.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web é possível aceder ao menu **Fault Report** através do menu **Recording**, como na Figura 7.60.

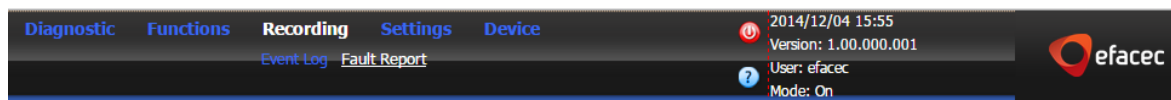


Figura 7.60. Acesso ao menu Relatório de Defeitos.

Após seleccionar o menu Relatório de Defeitos o utilizador visualizará uma lista de Relatórios de Defeito na TPU S430 que pode ser atualizada ao pressionar o botão atualizar. Aqui, há a opção de apagar toda a informação armazenada relacionada com os relatórios, seleccionando a opção “**Delete Fault Reports**”.

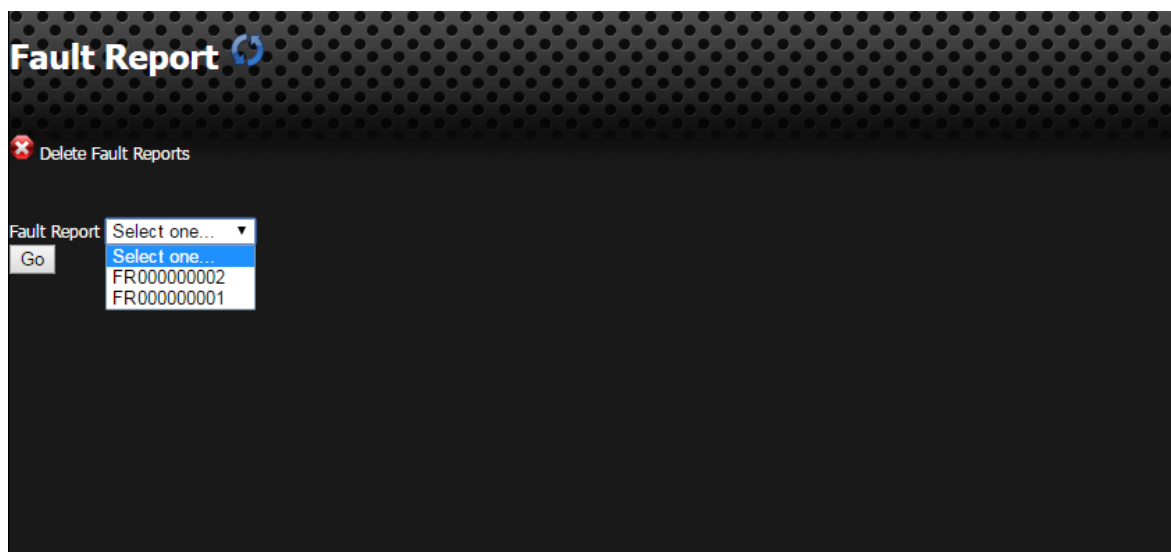


Figura 7.61. Menu Relatório de Defeitos.

Ao seleccionar um ficheiro de Relatório de Defeitos, o utilizador pode visualizar a informação registada nesse relatório. A Figura 7.62 mostra a componente **Summary** de um possível Relatório de Defeitos, onde os dados mais importantes estão presentes, a Figura 7.63 mostra a componente **Timeline**, onde que os eventos mais importantes estão ordenados cronologicamente e a Figura 7.64 e a Figura 7.65 mostram as medidas pré-defeito e as medidas de defeito, respetivamente.

Para obter uma descrição mais pormenorizada de cada bloco de informação, consultar a secção 4.8 - Relatório de Defeitos.

Summary	
Information ↑	Value
Index	4
Local Time	2014/12/03 22:22:48.191
Fault Type	Phase-earth
Fault Loop	A0
Fault Duration	3813 ms
Fault Location	6.32km
Fault Impedance	1.27 ∠ 96.75°ohm
Functions (trip)	Phase Overcurrent

Figura 7.62. Relatório de Defeitos - Sumário.

Timeline	
Date / Time	Information
-----	Phase Overcurrent pickup stage(s) 3, 4 phase(s) A
-----	Phase Overcurrent trip stage(s) 3, 4 phase(s) A
2014/12/03 22:22:51.996	AppCB3PhAdv1: LD0.CB3PhAdv1.Position OFF

Figura 7.63. Relatório de Defeitos - Timeline.

Pre-Fault Measurements		
Function	Entity	Value
3Ph Measurements	IA	120.06 ∠ 0.00°A
3Ph Measurements	IB	120.23 ∠ -120.14°A
3Ph Measurements	IC	120.23 ∠ 119.93°A
3Ph Measurements	Ires	0.00 ∠ 0.00°A
3Ph Measurements	Ineut	0.00 ∠ 0.00°A
3Ph Measurements	UA	17.32 ∠ 0.00°kV
3Ph Measurements	UB	17.32 ∠ -119.99°kV
3Ph Measurements	UC	17.32 ∠ 120.05°kV
3Ph Measurements	Ures	0.00 ∠ 0.00°kV
3Ph Measurements	Uneut	0.00 ∠ 0.00°kV
3Ph Measurements	UAB	29.99 ∠ 30.00°kV
3Ph Measurements	UBC	29.99 ∠ -89.96°kV
3Ph Measurements	UCA	30.01 ∠ 150.01°kV
3Ph Measurements	I1	120.18 ∠ -120.07°A
3Ph Measurements	I2	0.00 ∠ 0.00°A
3Ph Measurements	I0	0.00 ∠ 0.00°A
3Ph Measurements	U1	17.32 ∠ -119.98°kV
3Ph Measurements	U2	0.00 ∠ 0.00°kV
3Ph Measurements	U0	0.00 ∠ 0.00°kV
3Ph Measurements	IA	120.06 ∠ 0.00°A

Figura 7.64. Relatório de Defeitos – Medidas pré-defeito.

Fault Measurements		
Function	Entity	Value
CB 3Ph	Switch IA	0.00
CB 3Ph	Switch IB	0.00
CB 3Ph	Switch IC	0.00

Figura 7.65. Relatório de Defeitos – Medidas de defeito.

7.15.3 AUTOMATION STUDIO

O relatório de Defeitos pode ser visualizado e apagado no Automation Studio através da opção **Fault Reports** no Solution Explorer, como mostra a Figura 7.66. Para obter uma explicação mais detalhada de como usar esta funcionalidade, consultar os manuais do Automation Studio, presentes em cada versão, acedendo ao menu **Help** e selecionar **User Manuals**.

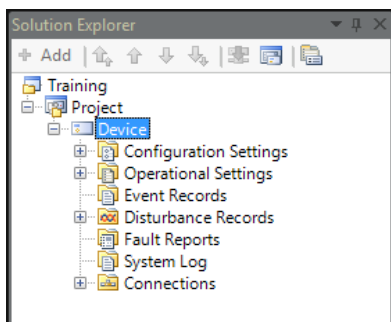


Figura 7.66. Solution Explorer do Automation Studio.

7.16 REGISTO DE OSCILOGRAFIA

7.16.1 HMI

No menu **Recording**, acessível em **Main Menu**, é possível aceder a informação relacionada com a oscilografia registada e executar ações, tais como:

- ◆ Forçar o arranque manual do registo oscilográfico (**Trigger**);
- ◆ Limpar memória (**Memory Clear**);
- ◆ Ver informação sobre o número de registos feitos e o tamanho da memória usada.

Para iniciar um registo ou para limpar a memória usada, terá de dar um controlo com o valor **1** seguindo o procedimento descrito na secção 7.8 - Funções Integradas - Controlos, nas saídas indicadas acima.

7.16.2 AUTOMATION STUDIO

Os registos oscilográficos podem ser visualizados e apagados no Automation Studio através da opção **Disturbance Records** no Solution Explorer, como indica a Figura 7.67. Para obter uma explicação mais detalhada de como usar esta funcionalidade, consultar os manuais do Automation Studio, presente em cada versão, acedendo ao menu **Help** e selecionar **User Manuals**.

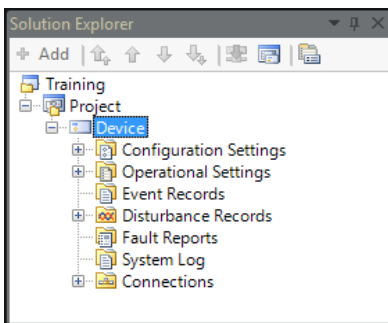


Figura 7.67. Solution Explorer do Automation Studio.

7.17 APAGAR REGISTOS

7.17.1 HMI

Através da HMI Local é possível apagar todos os registos da unidade. Isto inclui Registos de Eventos, Relatório de Defeitos, Registo Oscilográfico e todos os registos que possam ter sido feitos pelas funções integradas, tais como contadores.

Para aceder a esta opção, navegar no **Main Menu** até ao menu **Advanced Options** e pressionar a tecla de navegação E para aceder ao menu da Figura 7.68.

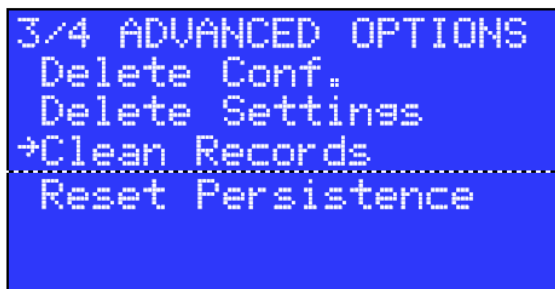


Figura 7.68. Menu Opções Avançadas.

Aqui, basta seleccionar a opção **Clean Records** e aceitar o comando.



É necessário acesso ID 2 para executar esta ação. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.



O modo Local tem de estar ativo senão as funções integradas não aceitarão o comando para apagar os registos.

7.18 LIMPAR PERSISTÊNCIA

7.18.1 HMI

Através da HMI local é possível apagar todos os dados de entidades persistentes na unidade. Tal é aconselhado de cada vez que se implementa um nova configuração.

Para aceder a esta opção, navegar no **Main Menu** até ao menu **Advanced Options** e pressionar a tecla de navegação E para aceder ao menu na Figura 7.69.

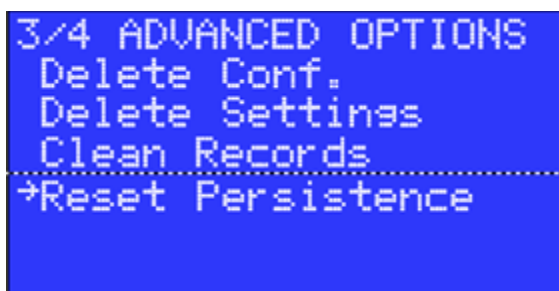


Figura 7.69. Menu de Opções Avançadas.

Aqui, basta seleccionar a opção **Reset Persistence** e aceitar o commando. Esta ação irá reiniciar a **TPU S430**.

7.19 REINICIAR DISPOSITIVO

7.19.1 HMI

Para reiniciar a TPU S430, navegar no **Main Menu** até à opção **Restart Unit** (Reinício do Software). Aqui, basta pressionar a tecla de navegação E para executar o comando e novamente quando for pedida a confirmação.

```
17/17 MAIN MENU
Security
→Restart Unit
```

```
1/1 RESTART UNIT
Choose Option
E Accept
C Cancel
```


Figura 7.70. Menu Reiniciar Unidade.



É necessário acesso ID 2 para executar esta ação. Se o nível atual de ID for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

7.19.2 SERVIDOR WEB

De modo a reiniciar a TPU S430, através do servidor web, basta seguir os seguintes passos da Figura 7.71.

- ◆ (1) Pressionar o botão  para obter a lista de opções (2)
- ◆ Selecionar a opção “Reiniciar” (3).

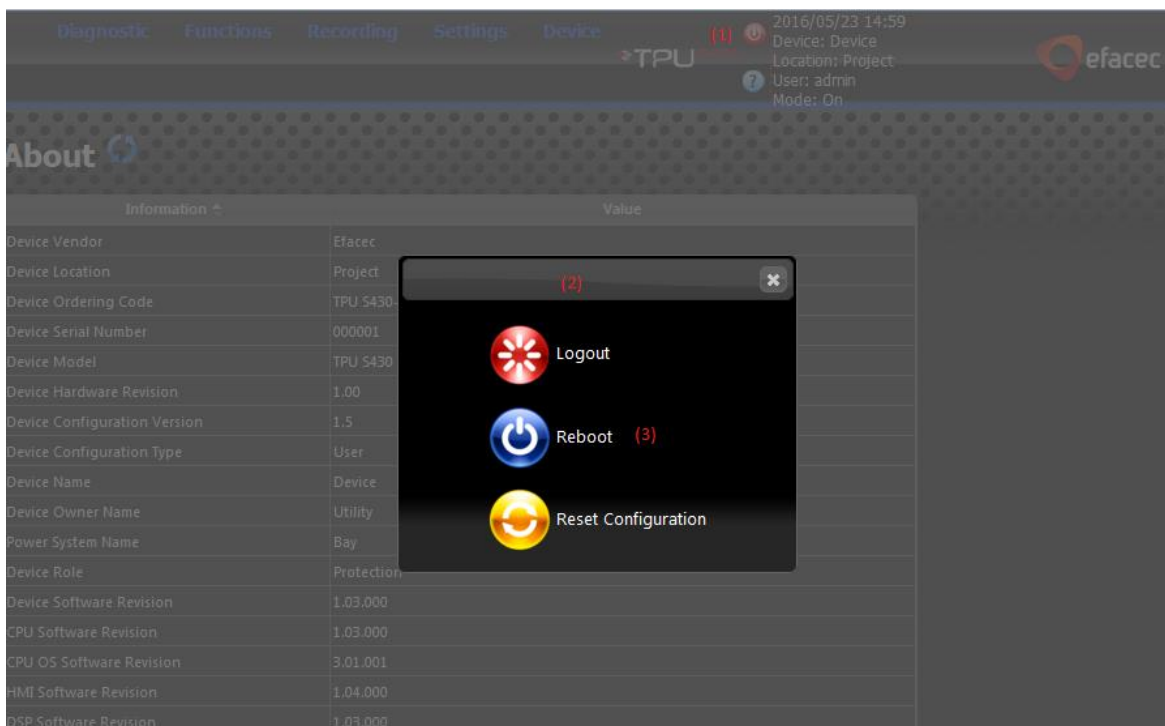


Figura 7.71. Reiniciar unidade.



Para ter acesso a esta opção, o utilizador deve iniciar a sessão como administrador.

7.20 REINICIAR HMI LOCAL

Para reiniciar a HMI Local, basta pressionar simultaneamente as teclas de navegação **E** e **C**.

7.21 DIAGNÓSTICO E TESTES

7.21.1 HMI

O menu **Diagnostics** foi criado para englobar os diagnósticos e testes disponíveis na TPU S430 e podem ser acedidos navegando no **Main Menu**.

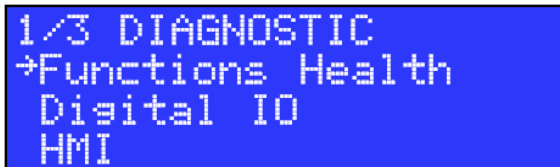


Figura 7.72 Menu diagnóstico.



O menu **Functions Health** pode ser acedido sem a necessidade de inserir um acesso de ID enquanto o menu **HMI** necessita acesso ID 1 ou superior e o menu **Digital IO** requer acesso ID 2. Se o nível de ID atual for insuficiente, o utilizador será redirecionado automaticamente para o menu **Authentication**.

Condição da Função

Ao seleccionar esta opção, o utilizador acederá ao menu com a lista de funções integradas presentes na configuração. Seleccionar uma função irá mostrar o estado actual da condição.

I/O Digitais

Ao seleccionar esta opção, o utilizar pode entrar no modo de teste de I/O e testar as saídas digitais, como descrito na secção 7.6 - Diagnóstico e Informação de I/O.

HMI

Ao seleccionar esta opção irá entrar no menu da Figura 7.73, onde pode seleccionar **Informations**, **Display Options** e **Diagnostic**.



Figura 7.73. Menu HMI.

O menu **Informations** contém:

- ◆ **Info Software:** versão de software;
- ◆ **Info da carta:** nome, número série; revisão de HW; data da revisão de HW; Edição; Opção; Temperatura; Tensões
- ◆ **Memória:** Tamanho da memória volátil e não-volátil, uso e estado (OK ou NOK)

O menu **Display Options** contém:

◆ **Brilho;**

O menu **Diagnostic** contém testes do ecrã, LEDs e teclas. Em cada um deles, são dadas instruções de como são feitos.

7.21.2 SERVIDOR WEB

As opções de diagnóstico podem ser acedidas através do servidor web no menu **Diagnostic**.

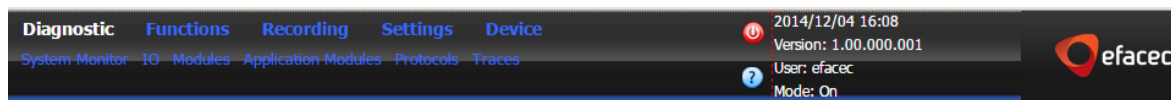


Figura 7.74 Menu Diagnóstico.

Monitorização de Sistema

Ao seleccionar este menu, é possível ter acesso à informação do sistema, como utilização da memória e informação de CPU.

I/O

Ao seleccionar este menu, o utilizador pode aceder à informação relativa às I/O digitais e analógicas. O menu de I/O foi já descrito na subsecção 7.6 - Diagnóstico e Informação de I/O.

RTDB

Ao seleccionar este menu, o utilizador pode visualizar o estado de todas as entidades da RTDB. Para ajudar a encontrar o elemento pretendido, existe um grupo de filtros, como mostra a Figura 7.75, que permite seleccionar o tipo desejado e uma palavra-chave na caixa de texto que terá de fazer parte do nome da entidade. É importante salientar que seleccionar o tipo é obrigatório, mas escrever uma palavra-chave não é.

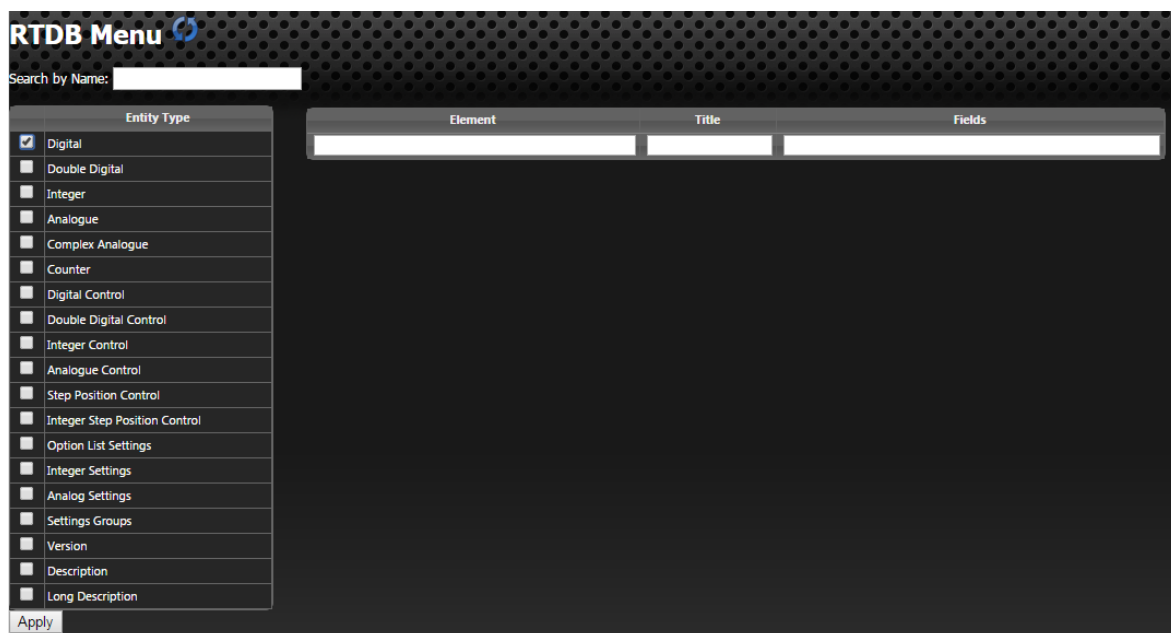


Figura 7.75 Menu Filtro RTDB.

Ao submeter os parâmetros de pesquisa na Figura 7.75 (tipo digital) obter-se-á os resultados mostrados na Figura 7.76.

Element	Title	Fields
LD0.EarthOC2.St4Trip	St4 Trip	Value: (0) Off/False Quality: Invalid, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,676 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC2.St3Trip	St3 Trip	Value: (0) Off/False Quality: Invalid, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,676 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC2.HarmonicBlock	Harmonic Block	Value: (0) Off/False Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,740 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC2.St4Pickup	St4 Pickup	Value: (0) Off/False Quality: Invalid, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,676 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC2.St3Pickup	St3 Pickup	Value: (0) Off/False Quality: Invalid, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,676 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC2.St2Trip	St2 Trip	Value: (0) Off/False Quality: Invalid, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,676 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC2.St1Trip	St1 Trip	Value: (0) Off/False Quality: Invalid, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,676 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC1.St4Trip	St4 Trip	Value: (0) Off/False Quality: Invalid, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,675 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC1.St3Trip	St3 Trip	Value: (0) Off/False Quality: Invalid, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,675 Origin: Automatic bay
LD0.EarthOC1.HarmonicBlock	Harmonic Block	Value: (0) Off/False Quality: Good, Process Timetag: 2014/12/03 21:26:02,675

Figura 7.76. Resultado de pesquisa.



Para obter acesso ao menu **RTDB** o utilizador terá de iniciar a sessão como administrador.



A pesquisa na RTDB deve ser sempre efetuada com filtros o mais específicos possível para evitar o pedido de muita informação, o que representaria um grande impacto no desempenho da TPU S430.

A gray square graphic containing the text "Capítulo" in black and the number "8" in a large white font.

8

ANEXOS

Os anexos seguintes fornecem informação adicional sobre as opções dos parâmetros e sobre a configuração de fábrica da TPU S430 que complementa os capítulos anteriores.

ÍNDICE

8.1 CARACTERÍSTICA DE TEMPO DEFINIDO E INVERSO 8-3

Total de páginas do capítulo: 13

8.1 CARACTERÍSTICA DE TEMPO DEFINIDO E INVERSO

Neste anexo, são descritas as várias Características de Tempo Inverso e definido da TPU S430.

8.1.1 CURVAS NORMALIZADAS DE PROTEÇÃO DE CORRENTE

Nas curvas de tempo inverso das normas ANSI e IEC, o tempo de disparo depende da relação entre a corrente medida I e o parâmetro I_{op} , de acordo com as fórmulas (8.1) e (8.2), respetivamente.

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^p - 1} + B \right) \cdot TM \quad (8.1)$$

$$t = \frac{A \cdot TM}{(I/I_{op})^p - 1} \quad (8.2)$$

Se for selecionada a opção de earne dinâmico, o tempo para rearme depende também da corrente medida, de acordo com a equação (8.3). Esta opção, definida pela norma ANSI, é alargada na TPU S430 às curvas IEC.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (8.3)$$

O índice de tempo (TM) pode ser definido de modo a coordenar as características de disparo e o tempo de rearme com outros dispositivos de proteção na mesma rede. As várias características normalizadas disponíveis são apresentadas na Tabela 8.1, em conjunto com as constantes A , B , p e t_{reset} que definem a forma de cada curva.

Tabela 8.1. Característica de tempo de proteção de corrente.

Curva	A	B	p	t_{reset}
Extremamente Inversa ANSI	28.2	0.1217	2.0	29.1
Muito Inversa ANSI	19.61	0.491	2.0	21.6
Normalmente Inversa ANSI	0.0086	0.0185	0.02	0.46
Moderadamente Inversa ANSI	0.0515	0.1140	0.02	4.85
Tempo Definido ANSI	Não aplicável			
Extremamente Inversa de Tempo Longo ANSI	64.07	0.250	2.0	30
Muito Inversa de Tempo Longo ANSI	28.55	0.712	2.0	13.46
Inversa de Tempo Longo ANSI	5,6143	2.18592	1.0	12.9
Normalmente Inversa IEC	0.14	-	0.02	16.86
Muito Inversa IEC	13.5	-	1.0	29.7
Inversa IEC	0.14	-	0.02	16.86
Extremamente Inversa IEC	80.0	-	2.0	80.0
Inversa de Tempo Curto IEC	0.05	-	0.04	3.006
Inversa de Tempo Longo IEC	120	-	1.0	264.0
Tempo Definido IEC	Não aplicável			
Logarítmico	Não aplicável			

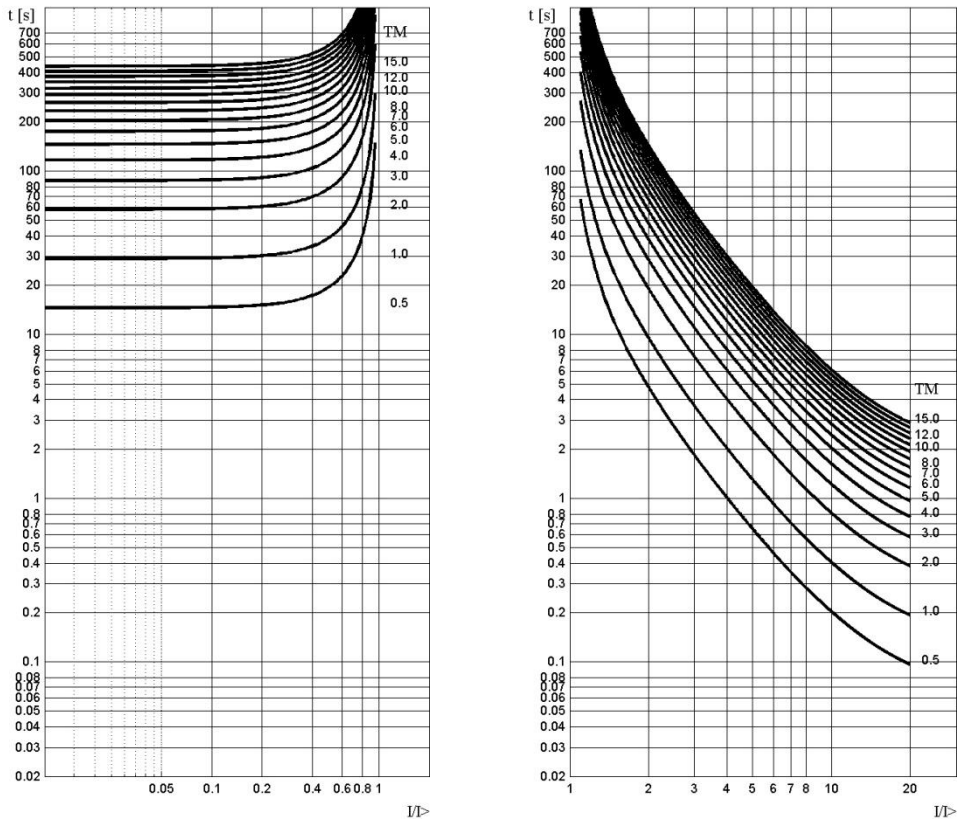


Figura 8.1. Curvas de rearme e de disparo para característica Extremamente Inversa ANSI.

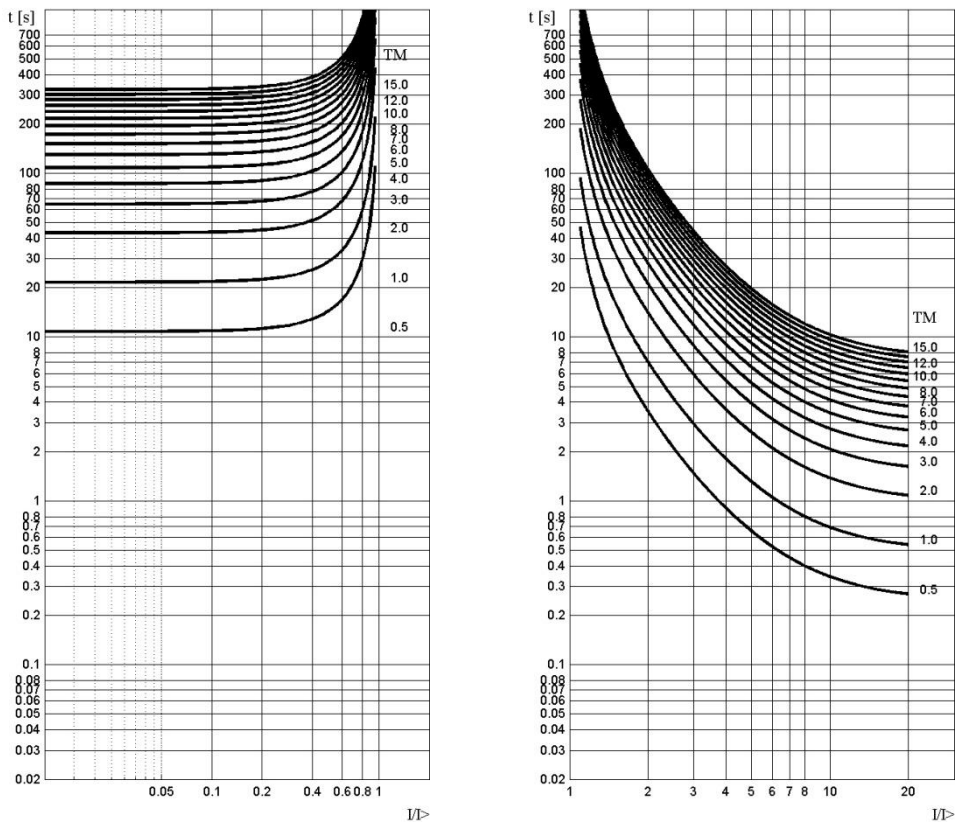


Figura 8.2. Curvas de rearme e de disparo para característica Muito Inversa ANSI.

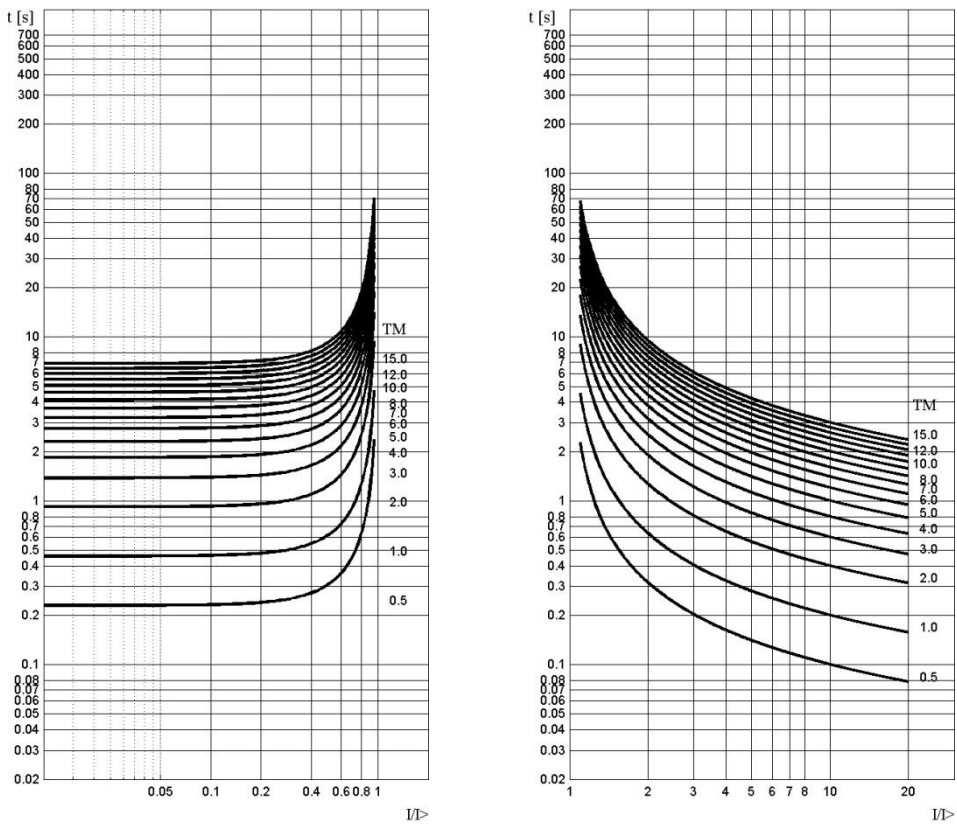


Figura 8.3. Curvas de rearme e de disparo para característica Normalmente Inversa ANSI.

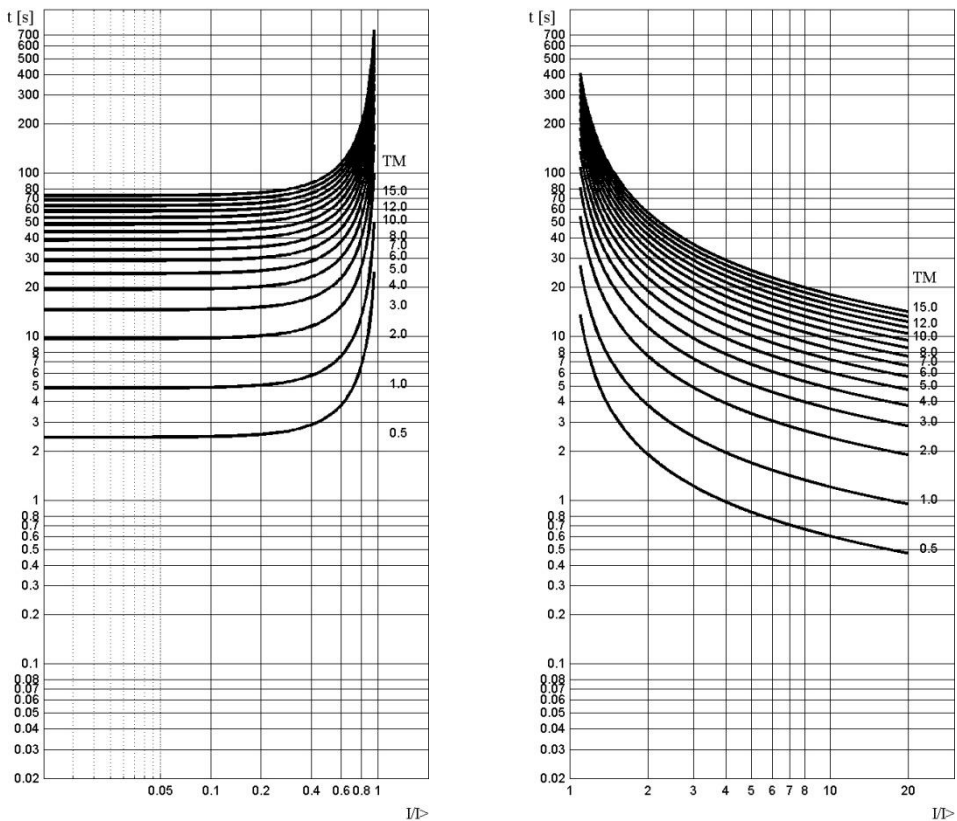


Figura 8.4. Curvas de rearme e de disparo para característica Moderadamente Inversa ANSI.

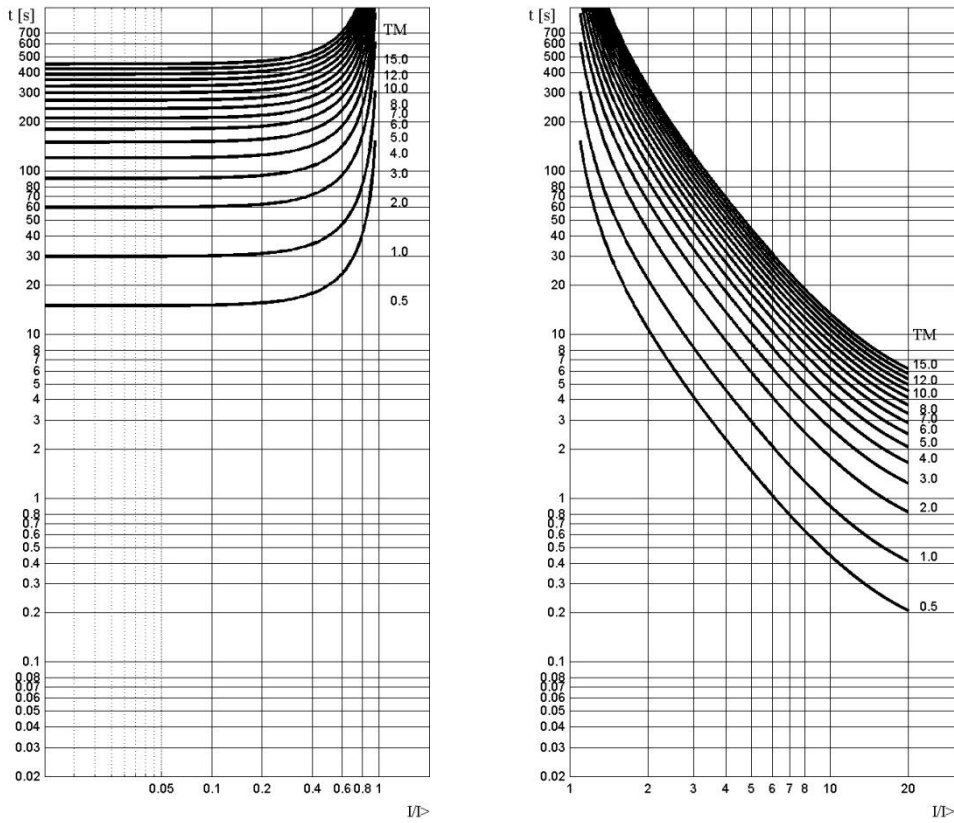


Figura 8.5. Curvas de rearme e de disparo para característica Extremamente Inversa de Tempo Longo ANSI.

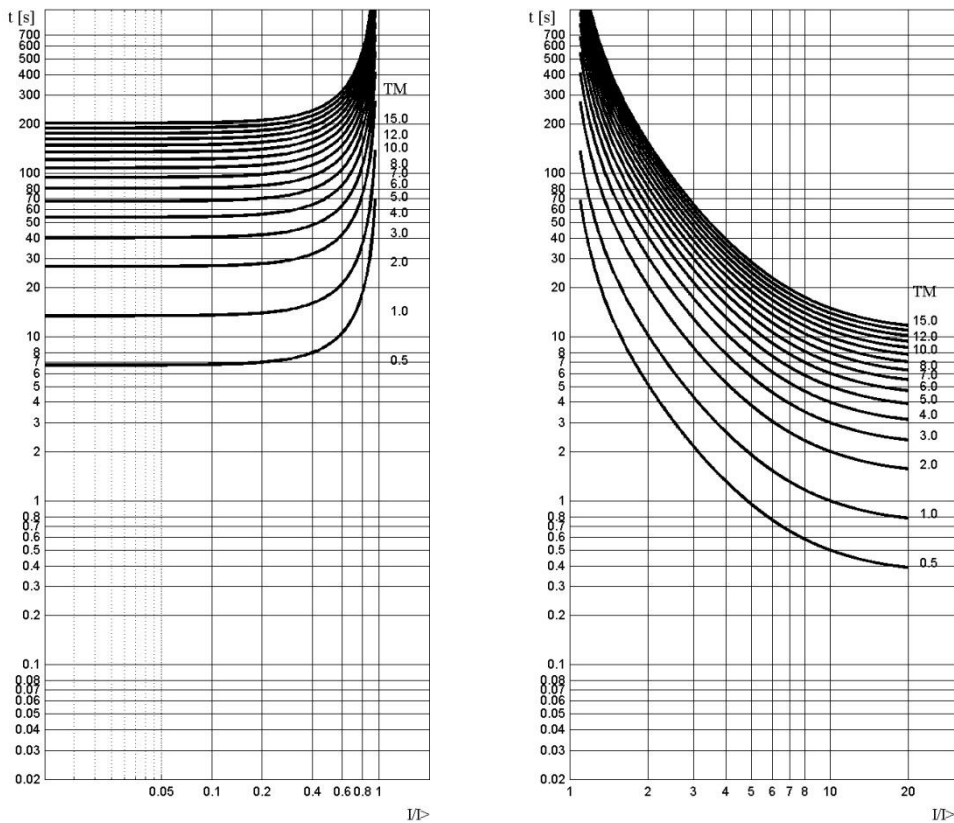


Figura 8.6. Curvas de rearme e de disparo para característica Muito Inversa de Tempo Longo ANSI.

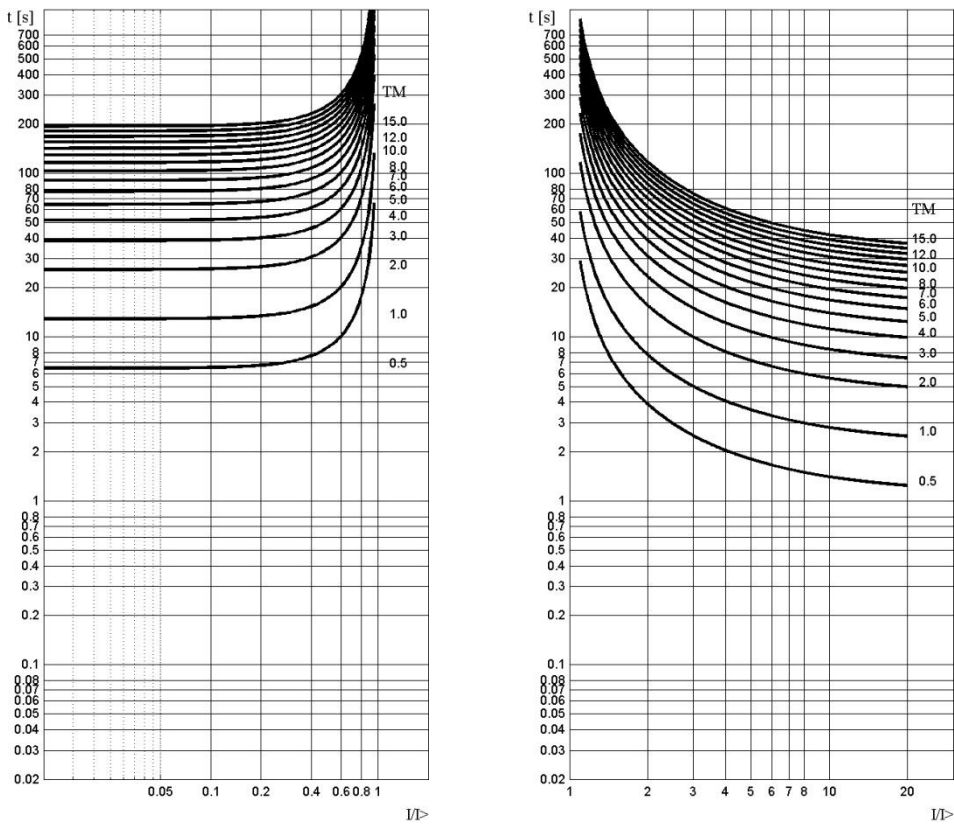


Figura 8.7. Curvas de rearme e de disparo para característica Inversa de Tempo Longo ANSI.

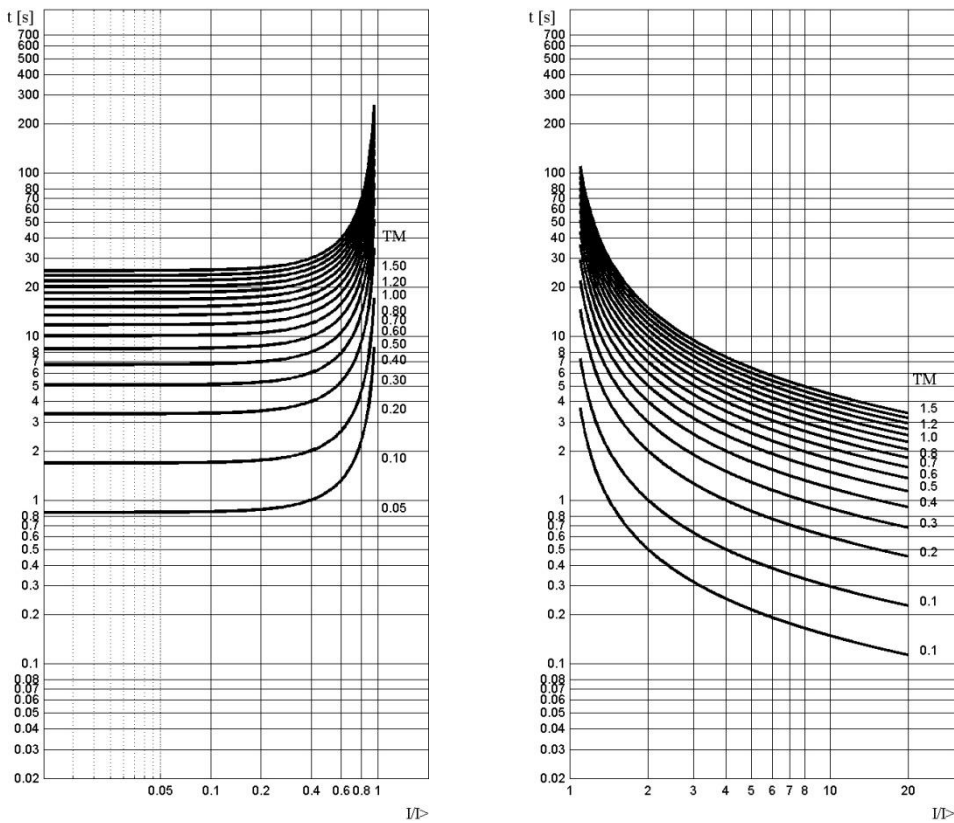


Figura 8.8. Curvas de rearme e de disparo para característica Normalmente Inversa IEC.

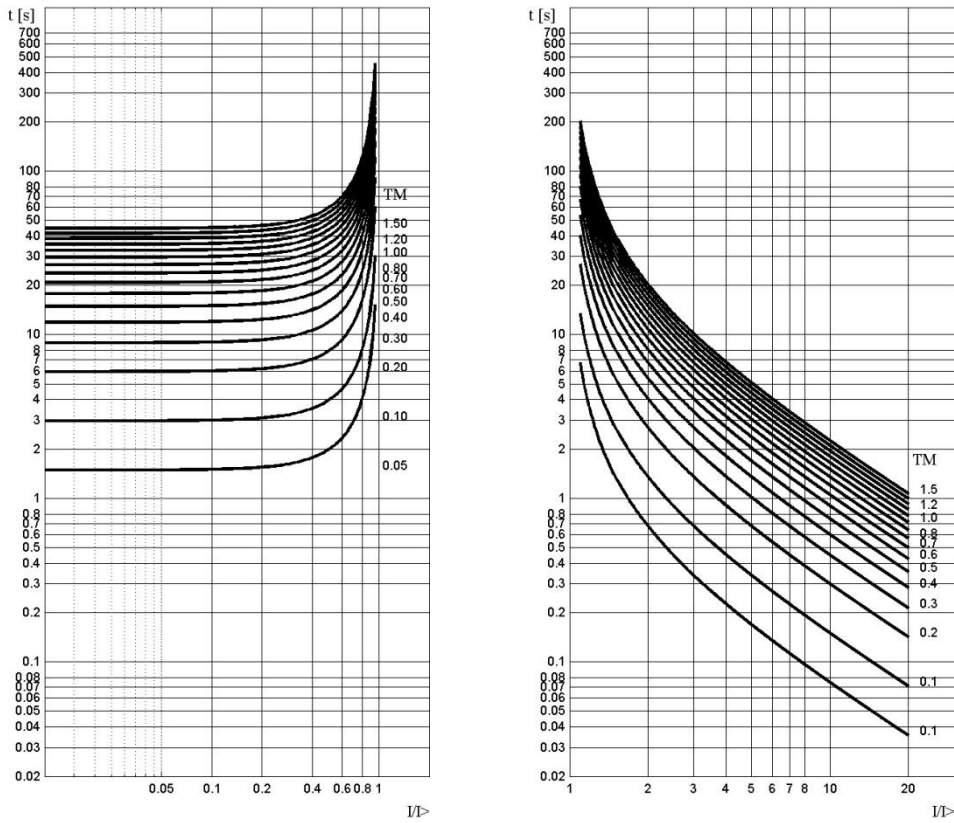


Figura 8.9. Curvas de rearme e de disparo para característica Muito Inversa IEC.

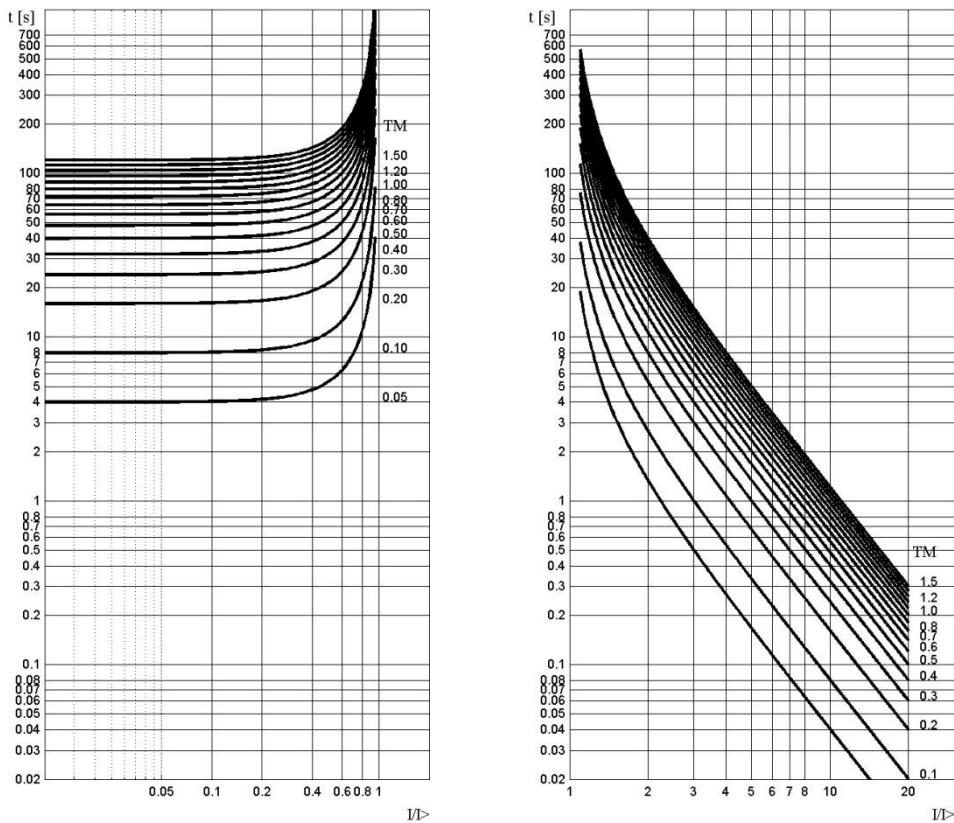


Figura 8.10. Curvas de rearme e de disparo para característica Extremamente Inversa IEC.

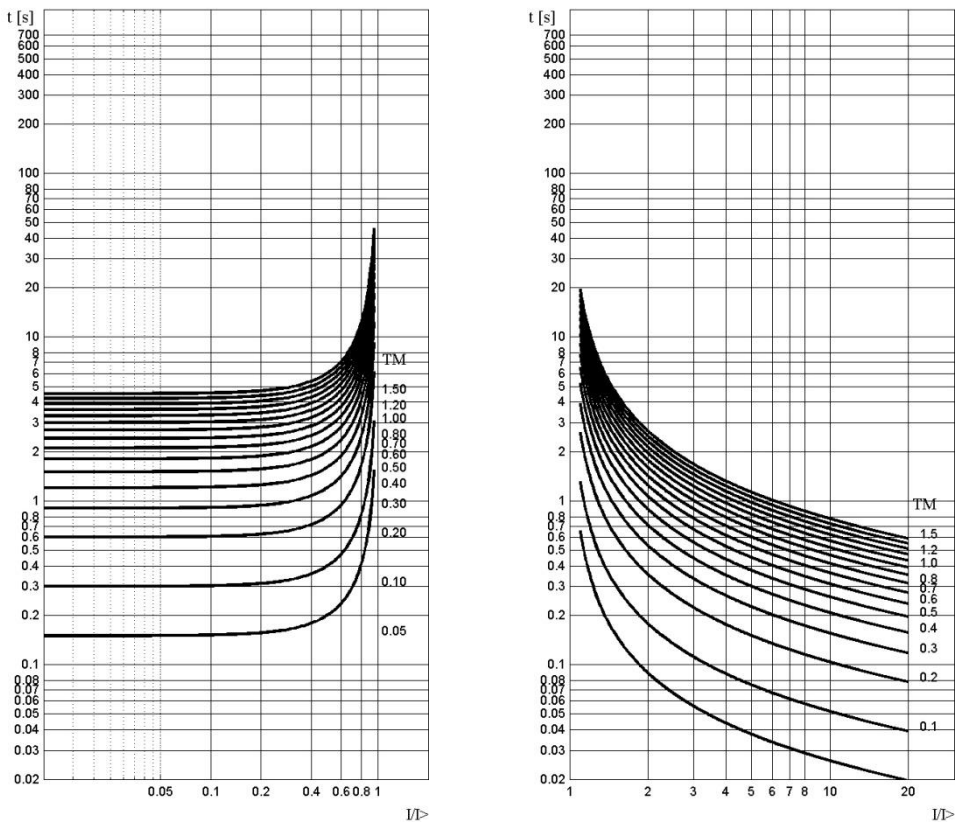


Figura 8.11. Curvas de rearme e de disparo para característica Inversa de Tempo Curto IEC.

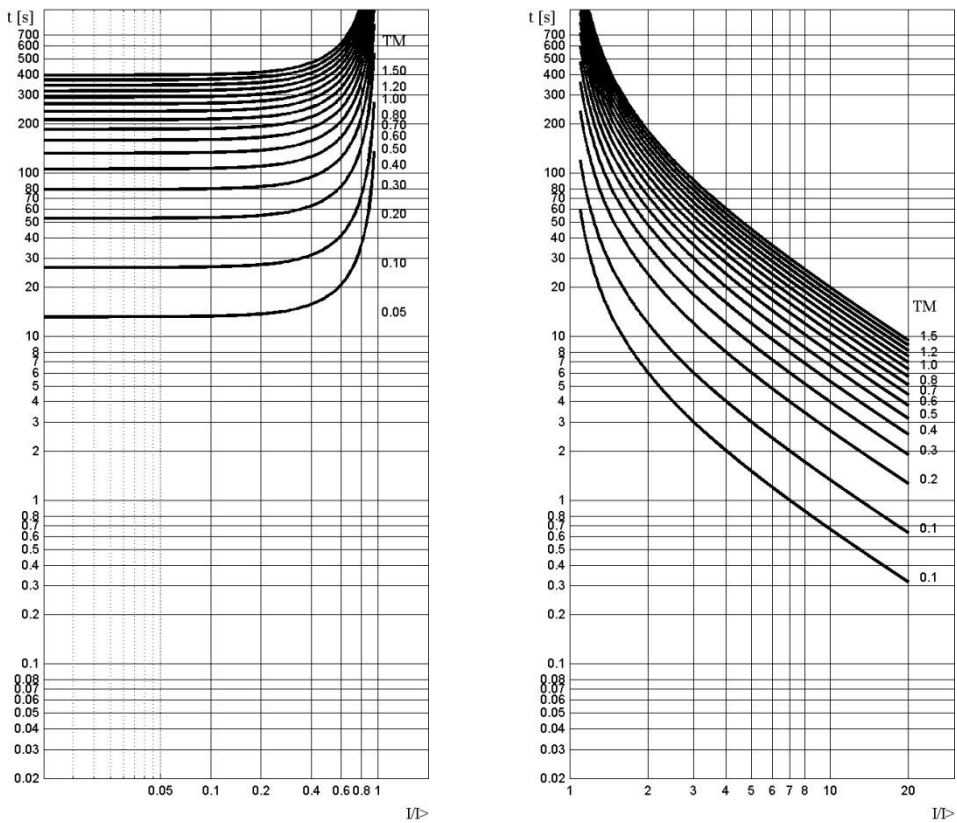


Figura 8.12. Curvas de rearme e de disparo para característica Inversa de Tempo Longo IEC.

A curva logarítmica é uma característica especial de tempo inverso que só está disponível como opção na proteção contra defeitos à terra. O tempo de disparo depende também da relação entre corrente medida I e o parâmetro I_{op} e está de acordo com a fórmula (8.4). Os parâmetros T_{MAX} e TM podem ser configurados para definir o formato da curva. O rearme é sempre instantâneo. A secção 5.4 apresenta mais detalhes sobre a configuração específica desta função.

$$t = T_{MAX} - TM \cdot \ln\left(\frac{I}{I_{op}}\right) \tag{8.4}$$

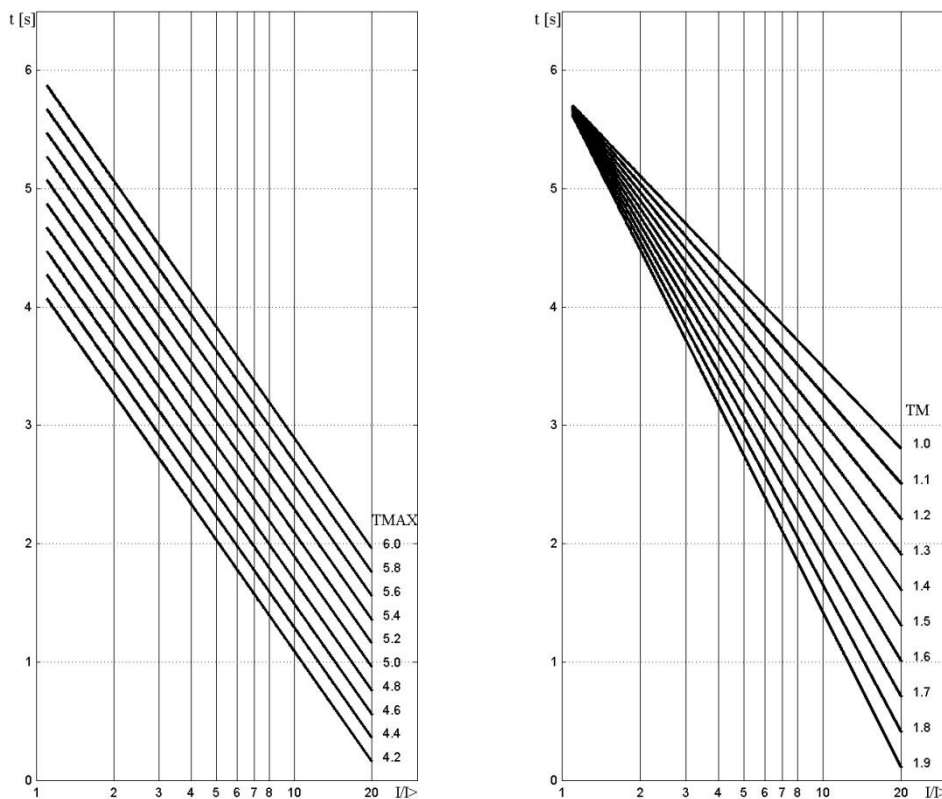


Figura 8.13. Curvas de disparo para característica logarítmicas (diferentes TMAX com TM=1.35 e diferentes TM com TMAX=5.8).

As opções de tempo definido ANSI e IEC podem também ser seleccionadas, caso em que o tempo de disparo é constante e parametrizado em T_{op} . O rearme é sempre instantâneo. As duas opções são equivalentes.

$$t = T_{op}$$

8.1.2 CURVAS DE PROTEÇÃO DE CORRENTE DE RELIGADORES

A TPU S430 suporta 14 das curvas convencionais de religadores. As outras curvas de religadores podem ser desenhadas pelo utilizador com o editor de curvas do Automation Studio (consultar a secção 8.1.5 - Curvas).

Para as curvas de tempo inverso do religador, o tempo de disparo depende da relação entre a corrente medida I e o parâmetro I_{op} , de acordo com (8.5).

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^P - C} + B \right) \cdot TM \tag{8.5}$$

A opção de rearme dinâmico não está disponível para as curvas de tempo inverso de religadores.

O índice de tempo (TM) pode ser definido de modo a coordenar o disparo e características de tempo com outros dispositivos de proteção na mesma rede. As várias características tradicionais de religadores disponíveis são listadas na Tabela 8.1, com as constantes A , B , C e P que definem as formas das curvas.

Tabela 8.2. Características tradicionais de tempo de proteção de religação.

Curva	A	B	C	P
104 (N)	0.285625	-0.071079	0.464202	0.911551
105 (R)	0.001015	-0.13381	0.998848	0.00227
116 (D)	5.23168	0.000462	0.17205	2.17125
117 (B)	4.22886	0.008933	0.319885	1.7822
132 (E)	10.7656	0.004284	0.249969	2.18261
133 (C)	8.76047	0.029977	0.380004	1.80788
138 (W)	15.4628	0.056438	0.345703	1.6209
162 (KP)	11.9847	-0.000324	0.688477	2.01174
111 (8+)	1.42732	-0.003704	0.366699	1.70112
113 (8)	1.68546	0.158114	0.436523	1.78873
131 (9)	2.75978	5.10647	0.614258	1.0353
135 (2)	11.4161	0.488986	0.239257	1.84911
140 (3)	13.5457	0.992904	0.379882	1.76391
141 (11)	21.6149	10.6768	-0.67185	2.69489

(8.6)

8.1.3 CURVAS NORMALIZADAS DE PROTEÇÃO DE TENSÃO

Existe também uma curva de tempo inverso normalizada para as funções de proteção de tensão. O tempo de disparo é inversamente proporcional à diferença entre a tensão medida U e o parâmetro U_{op} , de acordo com (8.7) para as funções de máximo de tensão e com (8.8) para as funções de mínimo de tensão.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U - U_{op})}{U_{op}}} \quad (8.7)$$

$$t = \frac{TM}{\frac{(U_{op} - U)}{U_{op}}} \quad (8.8)$$

O índice de tempo (TM) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo.

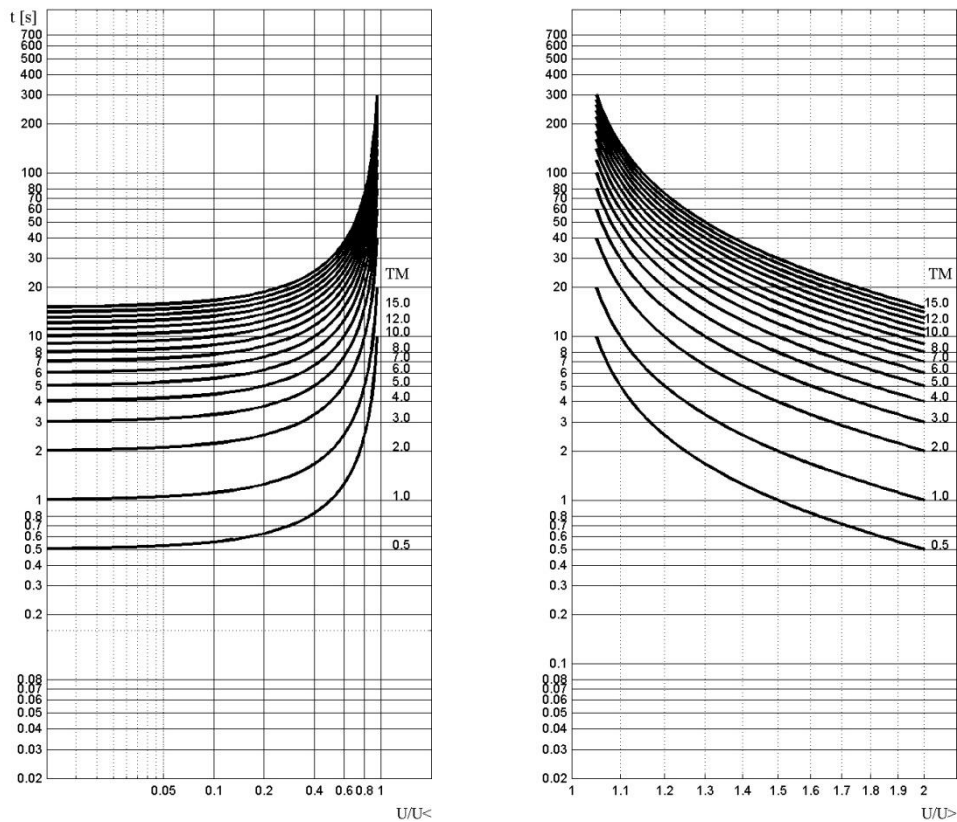


Figura 8.14. Curvas de disparo para funções de mínimo de tensão e máximo de tensão.

8.1.4 REARME TEMPO DEFINITIVO

Esta opção, quando disponível, permite a definição de atraso de rearme T_{reset} usado para estabilizar as saídas de arranque durante o intervalo de tempo entre arranque e disparo de escalão. Se o atraso de rearme for diferente de zero, o escalão não rearma imediatamente se a condição de arranque for cancelada enquanto o atraso de disparo T_{op} estiver a decorrer. Caso contrário, o escalão apenas reinicia se a condição de reinício for mantida até acabar a temporização de rearme. Entretanto, o atraso de disparo continua a decorrer em paralelo com o atraso de rearme mas, após o tempo de disparo acabar, o disparo só é dado se a condição de arranque estiver continuamente ativa. O comportamento do rearme de tempo definido é ilustrado na Figura 8.15.

Se o disparo de escalão já tiver sido emitido, o escalão rearma sempre imediatamente após a condição de arranque ser cancelada, ou seja, o atraso de rearme não é considerado.

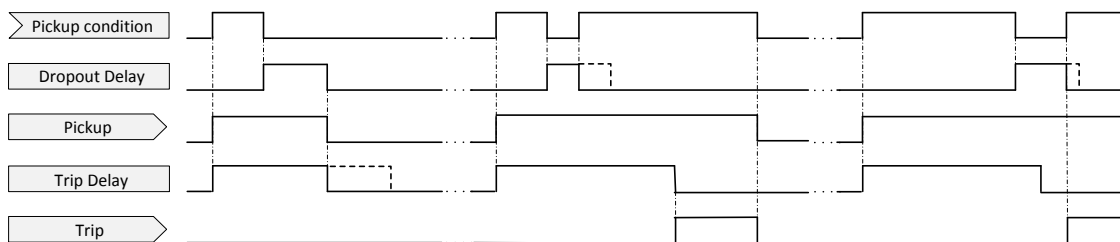


Figura 8.15. Rearme de Tempo Definido.

8.1.5 CURVAS DEFINIDAS PELO UTILIZADOR

A TPU S430 suporta as curvas de corrente definidas pelo utilizador que podem ser desenhadas recorrendo à ferramenta de engenharia do Automation Studio. O editor de curvas permite ao utilizador definir entre 6 e 25 pontos de corrente de tempo de modo a desenhar cada curva.