

 The logo features 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. To the right of 'TPU' is the text 'T450' in a smaller, red sans-serif font.

Manual do Produto

Edição 1

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 correções 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 correções ou sugestões de melhoria são bem-vindas.

PREFÁCIO

Objetivo

Este manual descreve a instalação, configuração, funcionamento e manutenção da TPU T450.

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 neste manual é válida para o seguinte equipamento EFACEC Automação:

- ◆ TPU T450, Edição 1

Instruções de Segurança

Este manual não contempla todas as medidas de segurança requeridas para a operação do respetivo 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 correto funcionamento da TPU T450, 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 está em conformidade com a Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2006/95/CE (Diretiva da Baixa Tensão), bem como com a Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2004/108/CE (Diretiva de Compatibilidade Eletromagnética).

A conformidade é comprovada por várias ações, incluindo os ensaios realizados pela EFACEC e por entidades independentes, em conformidade com as normas EN 61000-6-2 (2005), EN 61000-6-4 (2007) e EN 50263 (1999) relativas à Compatibilidade Eletromagnética e em conformidade com as normas EN 60950-1:2006 + A1:2010 + A11:2009 + A12:2011, EN 60255-5 (2001) e EN 60255-27 (2005) relativas à Diretiva 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:** resumo das características e funções do dispositivo;
- ♦ **Capítulo 2 - Instalação:** instruções para a instalação correta da unidade e para a execução de todas as ligações necessárias;
- ♦ **Capítulo 3 - Interface Homem-Máquina:** guia de utilização de interfaces homem-máquina locais ou baseadas na web;
- ♦ **Capítulo 4 - Configuração do Dispositivo:** descrição das configurações base do dispositivo;
- ♦ **Capítulo 5 - Funções de Aplicação:** descrição do princípio de funcionamento, configuração e interface para cada função integrada;
- ♦ **Capítulo 6 - Comunicações:** aplicação e configuração dos protocolos de comunicação;
- ♦ **Capítulo 7 - Operação:** guia de funcionamento com procedimentos para realizar tarefas suportadas;
- ♦ **Capítulo 8 - Anexos:** informação adicional sobre o dispositivo.

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



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



Instrução de segurança ou operacional cujo não cumprimento pode pôr em causa o correto 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 Relacionados

Referência	Documento	Número
[1]	TPU T450 Datasheet	AS16001256
[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	Analógico / 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
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 auto-reclose cycle</i>
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 Electrónico Inteligente (<i>Intelligent Electronic Device</i>)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
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	<i>Substation Configuration description Language (from IEC 61850)</i>
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>
TPU	<i>Terminal Protection Unit</i>
TT	Transformador de tensão
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver/Transmitter</i>
URT	Unidade remota terminal
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</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	1-15
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 dos Módulos	2-6
2.2.3	Configuração da Tensão de Alimentação e I/O	2-8
2.3	MONTAGEM	2-11
2.4	LIGAÇÕES	2-12
2.4.1	Descrição dos Conectores	2-13
2.4.2	Diagramas de Ligação	2-13
2.4.3	Ligação da Fonte de Alimentação	2-20
2.4.4	Ligações de Corrente e Tensão	2-21
2.4.5	Ligações das Entradas e Saídas Digitais	2-26
2.4.6	Ligações de Entrada Analógica c.c.	2-30
2.4.7	Ligações de Rede de Área Local	2-32
2.4.8	Interface de Serviço Frontal	2-32
2.4.9	Portas Série	2-32
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 Arranque	3-4
3.1.3	Teclado	3-6
3.1.4	Menu	3-8
3.1.5	Mímico	3-12
3.1.6	Proteção de ecrã e Hibernação	3-13
3.2	HMI WEB	3-14
3.2.1	Acesso	3-14
3.2.2	Layout	3-15
3.2.3	Conteúdos	3-16
3.2.4	Menu Shutdown	3-16
4	CONFIGURAÇÃO DO DISPOSITIVO	4-1
4.1	TIPOS DE DADOS	4-3
4.1.1	Entidades 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 de Grupo de Parâmetros	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 Equipamento	4-20
4.2.2	Identificação e Diagnóstico de 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 DE 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 Programas.....	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 Display	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 Introdução	4-57
4.8.2 Método de Operação.....	4-57
4.8.3 Interface	4-58
4.8.4 Parametização	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	5-4
5.1.4 Gestão da Entidade de Controlo.....	5-5
5.1.5 Gestão de Gamas de Parametização.....	5-6
5.2 DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR.....	5-8
5.2.1 Introdução	5-8
5.2.2 Método de Operação.....	5-8
5.2.3 Interface	5-15
5.2.4 Parametização	5-17
5.3 DIFERENCIAL RESTRITA DE TERRA	5-19
5.3.1 Introdução	5-19
5.3.2 Método de Operação.....	5-19
5.3.3 Interface	5-24
5.3.4 Parametização	5-24
5.4 TELEDISPARO	5-26
5.4.1 Introdução	5-26
5.4.2 Método de Operação.....	5-26
5.4.3 Interface	5-29
5.4.4 Parametização	5-30
5.5 MÁXIMO DE CORRENTE DE FASE DIRECIONAL	5-31
5.5.1 Introdução	5-31
5.5.2 Método de Operação.....	5-31
5.5.3 Interface	5-35
5.5.4 Parametização	5-37
5.6 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE TERRA.....	5-40
5.6.1 Introdução	5-40
5.6.2 Método de Operação.....	5-40
5.6.3 Interface	5-46
5.6.4 Parametização	5-47
5.7 MÁXIMO DE CORRENTE DE SEQUÊNCIA INVERSA DIRECIONAL.....	5-50
5.7.1 Introdução	5-50
5.7.2 Método de Operação.....	5-50

5.7.3 Interface	5-53
5.7.4 Parametrização	5-54
5.8 SOBRECARGA COM IMAGEM TÉRMICA	5-57
5.8.1 Introdução	5-57
5.8.2 Método de Operação	5-57
5.8.3 Interface	5-59
5.8.4 Parametrização	5-60
5.9 FECHO SOBRE DEFEITO	5-61
5.9.1 Introdução	5-61
5.9.2 Método de Operação	5-61
5.9.3 Interface	5-63
5.9.4 Parametrização	5-63
5.10 MÍNIMO DE TENSÃO DE FASE	5-65
5.10.1 Introdução	5-65
5.10.2 Método de Operação	5-65
5.10.3 Interface	5-67
5.10.4 Parametrização	5-68
5.11 MÁXIMO DE TENSÃO DE FASES	5-69
5.11.1 Introdução	5-69
5.11.2 Método de Operação	5-69
5.11.3 Interface	5-71
5.11.4 Parametrização	5-72
5.12 MÁXIMO DE TENSÃO RESIDUAL	5-73
5.12.1 Introdução	5-73
5.12.2 Interface	5-74
5.12.3 Parametrização	5-75
5.13 MÁXIMO DE TENSÃO DE SEQUÊNCIA INVERSA	5-77
5.13.1 Introdução	5-77
5.13.2 Método de Operação	5-77
5.13.3 Interface	5-78
5.13.4 Parametrização	5-79
5.14 MÍNIMO DE FREQUÊNCIA	5-80
5.14.1 Introdução	5-80
5.14.2 Método de Operação	5-80
5.14.3 Interface	5-81
5.14.4 Parametrização	5-82
5.15 MÁXIMO DE FREQUÊNCIA	5-84
5.15.1 Introdução	5-84
5.15.2 Método de Operação	5-84
5.15.3 Interface	5-85
5.15.4 Parametrização	5-86
5.16 TAXA DE VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA	5-88
5.16.1 Introdução	5-88
5.16.2 Método de Operação	5-88
5.16.3 Interface	5-89
5.16.4 Parametrização	5-90
5.17 LÓGICA DE DISPARO TRIFÁSICA	5-93
5.17.1 Introdução	5-93
5.17.2 Método de Operação	5-93
5.17.3 Interface	5-94
5.17.4 Parametrização	5-94
5.18 SUPERVISÃO DO CIRCUITO DE DISPARO	5-95
5.18.1 Introdução	5-95
5.18.2 Método de Operação	5-95
5.18.3 Interface	5-97
5.18.4 Parametrização	5-98
5.19 FALHA DE DISJUNTOR	5-99
5.19.1 Introdução	5-99
5.19.2 Método de Operação	5-99
5.19.3 Interface	5-102

5.19.4 Parametrização	5-102
5.20 BLOQUEIO DE FECHO DO DISJUNTOR	5-104
5.20.1 Introdução	5-104
5.20.2 Método de Operação	5-104
5.20.3 Interface	5-105
5.20.4 Parametrização	5-106
5.21 SUPERVISÃO DE TT	5-107
5.21.1 Introdução	5-107
5.21.2 Método de Operação	5-107
5.21.3 Interface	5-109
5.21.4 Parametrização	5-110
5.22 SUPERVISÃO DE TI	5-111
5.22.1 Introdução	5-111
5.22.2 Método de Operação	5-111
5.22.3 Interface	5-113
5.22.4 Parametrização	5-113
5.23 CONTROLO DE DISJUNTOR	5-115
5.23.1 Introdução	5-115
5.23.2 Método de Operação	5-115
5.23.3 Interface	5-116
5.23.4 Parametrização	5-118
5.24 SUPERVISÃO DE DISJUNTOR	5-119
5.24.1 Introdução	5-119
5.24.2 Método de Operação	5-119
5.24.3 Interface	5-122
5.24.4 Parametrização	5-124
5.25 CONTROLO DE SECCIONADOR	5-126
5.25.1 Introdução	5-126
5.25.2 Método de Operação	5-126
5.25.3 Interface	5-127
5.25.4 Parametrização	5-128
5.26 SUPERVISÃO DE SECCIONADOR	5-129
5.26.1 Introdução	5-129
5.26.2 Método de Operação	5-129
5.26.3 Interface	5-131
5.26.4 Parametrização	5-132
5.27 MEDIDAS TRIFÁSICAS	5-134
5.27.1 Introdução	5-134
5.27.2 Método de Operação	5-134
5.27.3 Interface	5-138
5.27.4 Parametrização	5-140
5.28 MEDIDAS MONOFÁSICAS	5-141
5.28.1 Introdução	5-141
5.28.2 Método de Operação	5-141
5.28.3 Interface	5-143
5.28.4 Parametrização	5-144
5.29 CONTAGEM TRIFÁSICA	5-145
5.29.1 Introdução	5-145
5.29.2 Método de Operação	5-145
5.29.3 Interface	5-147
5.29.4 Parametrização	5-147
5.30 OSCILOGRAFIA	5-148
5.30.1 Introdução	5-148
5.30.2 Método de Operação	5-148
5.30.3 Interface	5-150
5.30.4 Parametrização	5-151
6 COMUNICAÇÕES	6-1
6.1 INTERFACES DE COMUNICAÇÃO	6-3
6.1.1 Portas Série	6-3

6.1.2	Porta IRIG-B	6-4
6.1.3	Interface de Acesso Local.....	6-4
6.1.4	Porta 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.....	7-6
7.2	CONFIGURAÇÃO DO IDIOMA.....	7-7
7.2.1	HMI.....	7-7
7.2.2	Servidor Web.....	7-7
7.3	INFORMAÇÕES SOBRE O DISPOSITIVO	7-8
7.3.1	HMI.....	7-8
7.3.2	Servidor Web.....	7-8
7.4	CONFIGURAÇÃO DA REDE.....	7-11
7.4.1	HMI.....	7-11
7.5	CONFIGURAÇÃO DA DATA E HORA.....	7-14
7.5.1	HMI.....	7-14
7.5.2	Servidor Web.....	7-14
7.6	DIAGNÓSTICO E INFORMAÇÕES DE I/O	7-15
7.6.1	HMI.....	7-15
7.6.2	Servidor Web.....	7-18
7.7	FUNÇÕES INTEGRADAS - VISUALIZAÇÃO	7-20
7.7.1	HMI.....	7-20
7.7.2	Servidor Web.....	7-21
7.8	FUNÇÕES INTEGRADAS - CONTROLOS	7-23
7.8.1	HMI.....	7-23
7.9	PARÂMETROS OPERACIONAIS	7-24
7.9.1	HMI.....	7-24
7.9.2	Servidor Web.....	7-25
7.9.3	Automation Studio	7-26
7.10	GRUPO DE PARÂMETROS ATIVO	7-27
7.10.1	HMI.....	7-27
7.10.2	Servidor Web	7-27
7.10.3	Automation Studio.....	7-28
7.11	MODO DE DISPOSITIVO LÓGICO.....	7-29
7.11.1	HMI.....	7-29
7.11.2	Servidor Web	7-29
7.12	RESTAURAR CONFIGURAÇÕES DE FÁBRICA	7-31
7.12.1	HMI.....	7-31
7.12.2	Servidor Web	7-31
7.13	RESTAURAR PARÂMETROS OPERACIONAIS DE FÁBRICA	7-33
7.13.1	HMI.....	7-33
7.14	REGISTO DE EVENTOS	7-34
7.14.1	HMI.....	7-34
7.14.2	Servidor Web	7-35
7.14.3	Automation Studio.....	7-36
7.15	RELATÓRIO DE DEFEITOS	7-37
7.15.1	HMI.....	7-37
7.15.2	Servidor Web	7-38
7.15.3	Automation Studio.....	7-39
7.16	REGISTO DE OSCILOGRAFIA.....	7-41
7.16.1	HMI.....	7-41
7.16.2	Automation Studio.....	7-41
7.17	APAGAR REGISTOS	7-42
7.17.1	HMI.....	7-42
7.18	REINICIAR DADOS PERSISTENTES	7-43
7.18.1	HMI.....	7-43
7.19	REINICIAR O DISPOSITIVO	7-44

7.19.1 HMI	7-44
7.19.2 Servidor Web	7-44
7.20 REINICIAR A HMI LOCAL	7-46
7.21 DIAGNÓSTICO E TESTES	7-47
7.21.1 HMI	7-47
7.21.2 Servidor Web	7-48
8 ANEXOS	8-1
8.1 CARACTERÍSTICAS DE TEMPO DEFINIDO E INVERSO	8-3
8.1.1 Curvas Padrão de Proteção de Corrente	8-3
8.1.2 Curvas Padrão de Proteção de Tensão	8-10
8.1.3 Rearme de Tempo Definido	8-11
8.1.4 Curvas Definidas pelo Utilizador	8-12

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. TPU T450.....	1-3
Figura 1.2. Arquitetura da TPU T450.	1-4
Figura 2.1. Vista frontal da TPU T450.	2-3
Figura 2.2. Vista traseira da TPU T450.	2-4
Figura 2.3. Dimensões externas (em mm) da TPU T450.	2-5
Figura 2.4. Montagem da TPU T450.....	2-11
Figura 2.5. Conectores da parte traseira da TPU T450.....	2-12
Figura 2.6. Diagrama de ligações base.	2-14
Figura 2.7. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8020.	2-15
Figura 2.8. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8021.	2-16
Figura 2.9. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8030.	2-17
Figura 2.10. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8031.	2-18
Figura 2.11. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8051.	2-19
Figura 2.12. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8081.	2-19
Figura 2.13. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8082.	2-20
Figura 2.14. Ligações da fonte de alimentação da TPU T450.	2-21
Figura 2.15. Primeiro exemplo de ligações de entradas de corrente.....	2-22
Figura 2.16. Segundo exemplo de ligações de entradas de corrente.	2-23
Figura 2.17. Primeiro exemplo de ligações de entradas de tensão.....	2-24
Figura 2.18. Segundo exemplo de ligações das entradas de tensão.....	2-24
Figura 2.19. Terceiro exemplo de ligações de entradas de tensão.	2-25
Figura 2.20. Ligações digitais I/O da TPU T450 (módulo básico).....	2-26
Figura 2.21. Ligações da interface Ethernet.....	2-32
Figura 3.1. Painel frontal e Interface Homem-Máquina Local.	3-3
Figura 3.2. Interface Homem-Máquina local em modo de arranque.....	3-5
Figura 3.3. Interface Homem-Máquina local enquanto aguarda a conclusão da sequência de arranque.....	3-5
Figura 3.4. Interface Homem-Máquina local a mostrar a mensagem que indica a razão da falha de arranque.....	3-6
Figura 3.5. Interface Homem-Máquina local com o LED RUN vermelho a marcar uma falha completa do hardware principal.	3-6
Figura 3.6. Interface do Menu: Aparência do Menu Principal.	3-9
Figura 3.7. Menu Principal.	3-11
Figura 3.8. Janela de Login.	3-14
Figura 3.9. Primeiro contacto.	3-15
Figura 3.10. Menu de encerramento.	3-17
Figura 4.1. Cálculo do valor com banda morta.	4-9
Figura 4.2. Cálculo da gama.	4-10
Figura 4.3. Filtro de confirmação das alterações de estado.	4-33
Figura 4.4. Filtro de chatter.	4-33

Figura 4.5. Forma do impulso de saída (duração do impulso).....	4-34
Figura 4.6. Forma do impulso de saída (tempo de atraso e de rearme).	4-34
Figura 4.7. Filtro de estado intermédio.....	4-37
Figura 4.8. Forma do 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 comum.....	4-39
Figura 4.10. Configurações possíveis do canal.	4-40
Figura 4.11. Exemplo de prioridade entre tarefas.....	4-43
Figura 4.12. Exemplo de execução de eventos registados.....	4-44
Figura 4.13. Ligações obrigatórias do Relatório de Defeitos.	4-58
Figura 5.1. Exemplo de ligações entre as funções de aplicação, funções do utilizador, módulos de I/O e objetos HMI.	5-3
Figura 5.2. Multiplicidade e negação de entradas.....	5-3
Figura 5.3. Número máximo de pontos de medição físicos suportados pela diferencial de transformador.	5-11
Figura 5.4. Características do escalão restrito.	5-13
Figura 5.5. Zona de cinco transformadores de corrente numa Proteção Restrita de Terra aplicada a um Autotransformador.	5-19
Figura 5.6. Característica da Proteção Restrita de Terra.....	5-22
Figura 5.7. Característica direcional da proteção restrita de terra.	5-23
Figura 5.8. Esquema de Transferência Directa de Disparo por Subalcance (DUTT).....	5-26
Figura 5.9. Lógica da transmissão de Teledisparo.	5-27
Figura 5.10. Lógica de receção de Teledisparo.	5-28
Figura 5.11. Característica direcional da polarização por componentes da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase...5-33	
Figura 5.12. Característica direcional da polarização cruzada da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase.	5-34
Figura 5.13. Estabilização de corrente residual pela corrente de fase.	5-41
Figura 5.14. Parâmetros da curva logarítmica.	5-43
Figura 5.15. Característica direcional da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase com polarização através de tensão.	5-44
Figura 5.16. Característica direcional da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase com polarização através de corrente.	5-44
Figura 5.17. Característica direcional de sequência inversa com polarização através de tensão.	5-52
Figura 5.18. Esquema de Lógica de Disparo Trifásico.....	5-93
Figura 5.19. Supervisão do circuito de disparo (esquema da 1.ª ligação).	5-96
Figura 5.20. Supervisão do circuito de disparo (esquema da 2.ª ligação).	5-96
Figura 5.21. Supervisão do circuito de disparo (esquema da 3.ª ligação).	5-97
Figura 5.22. Operação do disjuntor de circuito de escalão único.....	5-100
Figura 5.23. Operação do disjuntor de dois escalões.....	5-100
Figura 5.24. Esquema lógico de bloqueio de fecho do disjuntor.....	5-104
Figura 5.25. Característica operacional de deteção de falha do TI.	5-112
Figura 5.26. Filtro intermédio.	5-119
Figura 5.27. Comando do disjuntor com impulso adaptável.	5-121
Figura 5.28. Monitorização da operação do disjuntor.....	5-121
Figura 5.29. Filtro intermédio.....	5-129

Figura 5.30. Comando do seccionador com pulso adaptativo.	5-130
Figura 5.31. Monitorização da operação do seccionador.	5-131
Figura 5.32. Reversão da direção para a função de medida da potência.	5-135
Figura 5.33. Convenções de sinal de fatores de potência.	5-137
Figura 5.34. Convenções de sinal de fatores de potência.	5-143
Figura 5.35. Valores de energia total, frente e trás.	5-146
Figura 5.36. Inversão da direção para a função de contagem.	5-146
Figura 5.37. Tempos de registo.	5-149
Figura 5.38. Tempos de registo com condição de novo disparo.	5-149
Figura 5.39. Capacidade de memória do Registo de Oscilografia.	5-150
Figura 7.1. Menu de segurança.	7-3
Figura 7.2. ID Acesso 1.	7-5
Figura 7.3. ID Acesso 2.	7-5
Figura 7.4. Menu de Nova Password.	7-5
Figura 7.5. Opção Quit.	7-5
Figura 7.6. Menu Display [Visualização].	7-7
Figura 7.7. Menu de configuração do idioma.	7-7
Figura 7.8. Selecionar o menu About [Sobre].	7-8
Figura 7.9. Menu About [Sobre].	7-9
Figura 7.10. Exemplo de histórico do sistema de arranque correto do dispositivo.	7-9
Figura 7.11. Exemplo de histórico da aplicação de arranque correto do dispositivo.	7-10
Figura 7.12. Menu de comunicações.	7-11
Figura 7.13. Menu de Acesso Local.	7-11
Figura 7.14. Menu independente.	7-11
Figura 7.15. Menu do protocolo Rapid Spanning Tree.	7-12
Figura 7.16. Menus dos protocolos Parallel Redundancy e High Availability Seamless Redundancy.	7-12
Figura 7.17. Menu de Endereço IP e Tráfegos.	7-12
Figura 7.18. Menu de Configuração de Data e Hora.	7-14
Figura 7.19. Data e Hora no servidor Web.	7-14
Figura 7.20. Menu de I/O.	7-15
Figura 7.21. Menu de I/O digitais.	7-15
Figura 7.22. Entrar no modo de teste das entradas e saídas digitais.	7-16
Figura 7.23. Mudar estado das saídas da carta MAP8011.	7-16
Figura 7.24. Menu de entradas e saídas analógicas.	7-17
Figura 7.25. Calibração OK.	7-17
Figura 7.26. Calibração NOK.	7-17
Figura 7.27. Submenu de calibração.	7-17
Figura 7.28. Menu de I/O.	7-18
Figura 7.29. Entradas e saídas digitais.	7-18
Figura 7.30. Entradas e saídas analógicas.	7-19
Figura 7.31. Menu principal.	7-21

Figura 7.32. Selecionar categoria da função integrada.....	7-21
Figura 7.33. Menu de controlo.....	7-22
Figura 7.34. Selecionar o menu Control [Controlo].....	7-23
Figura 7.35. Menu de Confirmação.....	7-23
Figura 7.36. Controlo executado.....	7-23
Figura 7.37. Controlo bloqueado.....	7-23
Figura 7.38. Menu de parâmetros.....	7-24
Figura 7.39. Acesso aos parâmetros da função integrada.....	7-24
Figura 7.40. Acesso aos parâmetros da função.....	7-25
Figura 7.41. Menu de parâmetros.....	7-25
Figura 7.42. Tabela de parâmetros do Localizador de Defeitos.....	7-26
Figura 7.43. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.....	7-26
Figura 7.44. Sequência para alcançar o Grupo Ativo de um Dispositivo Lógico.....	7-27
Figura 7.45. Acesso ao Grupo Ativo do Dispositivo Lógico.....	7-27
Figura 7.46. Grupo Ativo de Dispositivo Lógico.....	7-28
Figura 7.47. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.....	7-28
Figura 7.48. Sequência para atingir o Modo de Dispositivo Lógico.....	7-29
Figura 7.49. Acesso ao Modo de Dispositivo Lógico.....	7-29
Figura 7.50. Modo de Dispositivo Lógico.....	7-30
Figura 7.51. Menu de Opções Avançadas.....	7-31
Figura 7.52. Restaurar configurações de fábrica.....	7-32
Figura 7.53. Menu de Opções Avançadas.....	7-33
Figura 7.54. Menu de Registo de Eventos.....	7-34
Figura 7.55. Evento.....	7-35
Figura 7.56. Registo de Eventos do servidor Web.....	7-35
Figura 7.57. Tabela de Registo de Eventos.....	7-36
Figura 7.58. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.....	7-36
Figura 7.59. Menu de Relatório de Defeitos.....	7-37
Figura 7.60. Menu de Relatório.....	7-37
Figura 7.61. Acesso ao menu de Relatório de Defeitos.....	7-38
Figura 7.62. Menu de Relatório de Defeitos.....	7-38
Figura 7.63. Relatório de Defeitos - Resumo.....	7-38
Figura 7.64. Relatório de Defeitos - Linha temporal.....	7-39
Figura 7.65. Relatório de Defeitos – Medidas Pré-defeito.....	7-39
Figura 7.66. Relatório de Defeitos – Medidas de defeito.....	7-39
Figura 7.67. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.....	7-40
Figura 7.68. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.....	7-41
Figura 7.69. Menu de Opções Avançadas.....	7-42
Figura 7.70. Menu de Opções Avançadas.....	7-43
Figura 7.71. Menu Restart Unit [Reiniciar Unidade].....	7-44
Figura 7.72. Reiniciar unidade.....	7-45

Figura 7.73 Menu Diagnostic.....	7-47
Figura 7.74. Menu HMI.	7-47
Figura 7.75 Menu Diagnostic.....	7-48
Figura 7.76 Menu do Filtro RTBD.....	7-48
Figura 7.77. Resultado da pesquisa.	7-49
Figura 8.1. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Extremamente Inverso.	8-4
Figura 8.2. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Muito Inverso.....	8-4
Figura 8.3. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Normal.	8-5
Figura 8.4. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Moderadamente Inverso.	8-5
Figura 8.5. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Tempo Longo Extremamente Inverso.....	8-6
Figura 8.6. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Tempo Longo Muito Inverso.	8-6
Figura 8.7. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Tempo Longo Inverso.	8-7
Figura 8.8. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Normal Inverso.	8-7
Figura 8.9. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Muito Inverso.....	8-8
Figura 8.10. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Extremamente Inverso.....	8-8
Figura 8.11. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Tempo Curto Inverso.	8-9
Figura 8.12. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Tempo Longo Inverso.	8-9
Figura 8.13. Curvas de disparo para característica logarítmica (TMAX diferente com TM=1,35 e TM diferente com TMAX=5,8).....	8-10
Figura 8.14. Curvas de disparo para funções de mínimo de tensão e máximo de tensão.....	8-11
Figura 8.15. Rearme de Tempo Definido.....	8-12

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Descrição dos conectores	2-4
Tabela 2.2. Tipos de módulos de expansão digital	2-7
Tabela 2.3. Opções de carta de expansão de entrada analógica	2-8
Tabela 2.4. Gamas das tensões de operação para a fonte de alimentação.....	2-8
Tabela 2.5. Tensões de operação e limiares de operação das entradas digitais.	2-9
Tabela 2.6. Escalas de entradas analógicas c.c.....	2-9
Tabela 2.7. Valores nominais e gamas de operação de entradas de corrente c.a.	2-10
Tabela 2.8. Valores nominais e gamas de operação de entradas de tensão c.a.	2-10
Tabela 2.9. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8082.	2-25
Tabela 2.10. Tipo de entradas analógicas.....	2-26
Tabela 2.11. Distribuição dos pinos para a carta base MAP8011.....	2-27
Tabela 2.12. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8020.....	2-27
Tabela 2.13. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8021.....	2-28
Tabela 2.14. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8030.....	2-28
Tabela 2.15. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8031.....	2-29
Tabela 2.16. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8051.....	2-30
Tabela 2.17. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8081.....	2-30
Tabela 2.18. Luzes LED da Interface Ethernet.....	2-32
Tabela 2.19. Atribuição de pinos para portas série RS-232/RS-485.....	2-33
Tabela 4.1. Tipos de dados.....	4-3
Tabela 4.2. Campos da entidade Digital.....	4-4
Tabela 4.3. Campos da entidade DoubleDigital.....	4-4
Tabela 4.4. Campos da entidade IntegerValue.....	4-4
Tabela 4.5. Opções para valor de DoubleDigital.....	4-4
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 o campo de controlo 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. Informações gerais do equipamento.....	4-20
Tabela 4.26. Tipo de configuração.....	4-21
Tabela 4.27. Parâmetros gerais de configuração do dispositivo.....	4-21
Tabela 4.28. Estado da condição.....	4-21
Tabela 4.29. Informações da Placa de CPU.....	4-22
Tabela 4.30. Informações da Placa HMI.....	4-23
Tabela 4.31. Informações da carta de I/O.....	4-23
Tabela 4.32. Informações do módulo <i>watchdog</i>	4-24
Tabela 4.33. Definições de configuração da horal local.....	4-25
Tabela 4.34. Definições de configuração da próxima mudança para a hora de verão.....	4-25
Tabela 4.35. Definições de configuração da próxima mudança para hora padrão.....	4-26
Tabela 4.36. Informações 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. Informações do servidor SNTP.....	4-29
Tabela 4.40. Informações do módulo SNTP.....	4-29
Tabela 4.41. Parâmetros de configuração de IRIG-B.....	4-29
Tabela 4.42. Informações do módulo IRIG-B.....	4-30
Tabela 4.43. Informações 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 geral de I/O.....	4-36
Tabela 4.50. Parâmetros de configuração de entidades de estado duplo.....	4-37
Tabela 4.51. Parâmetros de configuração de entidades de estado inteiro.....	4-37
Tabela 4.52. Parâmetros de configuração da entidade do contador de impulsos.....	4-38
Tabela 4.53. Parâmetros de configuração de entradas analógicas c.c.....	4-39
Tabela 4.54. Parâmetros de configuração do canal base.....	4-41
Tabela 4.55. Parâmetros de configuração de canal derivado.....	4-42
Tabela 4.56. Informações do módulo de motor de lógica.....	4-43
Tabela 4.57. Informações de tarefas.....	4-43
Tabela 4.58. Informações do programa.....	4-44
Tabela 4.59. Informações de variáveis.....	4-45
Tabela 4.60. Blocos de funções do sistema.....	4-45

Tabela 4.61. Limites do motor de lógica	4-48
Tabela 4.62. Definições de configuração da visualização.	4-49
Tabela 4.63. Entradas do alarme.	4-49
Tabela 4.64. Informações do alarme.....	4-50
Tabela 4.65. Informações da tecla Clear.	4-50
Tabela 4.66. Definições de configuração de alarmes.....	4-50
Tabela 4.67. Informações das teclas funcionais.....	4-51
Tabela 4.68. Definições de configuração das teclas funcionais.	4-51
Tabela 4.69. Informações do módulo de registo de eventos.	4-52
Tabela 4.70. Definições de configuração do registo de eventos.	4-52
Tabela 4.71. Disparos suportados e informação registada para cada tipo de dados.	4-53
Tabela 4.72. Informações adicionais de relatório.....	4-59
Tabela 4.73. Resumo do Relatório.....	4-59
Tabela 4.74. Medições do Relatório.....	4-59
Tabela 4.75. Informações do módulo de Relatório de Defeitos.....	4-61
Tabela 4.76. Parâmetros de configuração do Relatório de Defeitos.	4-61
Tabela 5.1. Entradas do dispositivo lógico.	5-4
Tabela 5.2. Informações 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 utilizados na expressão acima.	5-9
Tabela 5.8. Significado dos termos utilizados na expressão acima.	5-10
Tabela 5.9. Significados dos termos utilizados na expressão acima.....	5-12
Tabela 5.10. Entradas da função do Diferencial de transformador.	5-15
Tabela 5.11. Saídas da função do Diferencial de transformador.....	5-15
Tabela 5.12. Parâmetros da função do Diferencial de transformador.	5-17
Tabela 5.13. Significados dos termos utilizados na expressão acima.	5-20
Tabela 5.14. Significado dos termos utilizados na expressão acima.	5-21
Tabela 5.15. Significado dos termos utilizados na expressão acima.	5-21
Tabela 5.16. Entradas da função de Proteção Restrita de Terra.	5-24
Tabela 5.17. Saídas da função de Proteção Restrita de Terra.....	5-24
Tabela 5.18. Parâmetros da função de Proteção Restrita de Terra.	5-25
Tabela 5.19. Entradas da função de Teledisparo.....	5-29
Tabela 5.20. Saídas da função de Teledisparo.	5-29
Tabela 5.21. Parâmetros da função de Teledisparo.....	5-30
Tabela 5.22. Entradas da função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Fase.....	5-35
Tabela 5.23. Saídas da função de Proteção de Máximo Direcional de Corrente de Fase.	5-36
Tabela 5.24. Parâmetros da função de Proteção de Máximo de Corrente de Fase (Direcional).	5-37
Tabela 5.25. Entradas da função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra.	5-46

Tabela 5.26. Saídas da função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra.....	5-46
Tabela 5.27. Parâmetros da função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra.....	5-47
Tabela 5.28. Entradas da função de Proteção contra Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa.....	5-53
Tabela 5.29. Saídas da função de Proteção contra Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa.....	5-53
Tabela 5.30. Parâmetros da função de Proteção contra Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa.....	5-54
Tabela 5.31. Entradas da função de Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica.....	5-59
Tabela 5.32. Saídas da função de Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica.....	5-59
Tabela 5.33. Parâmetros da função de Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica.....	5-60
Tabela 5.34. Entradas da função de Fecho sobre Defeito.....	5-63
Tabela 5.35. Saídas da função de Fecho sobre Defeito.....	5-63
Tabela 5.36. Configurações da função de Fecho sobre Defeito.....	5-64
Tabela 5.37. Entradas da função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase.....	5-67
Tabela 5.38. Saídas da função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase.....	5-67
Tabela 5.39. Parâmetros da função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase.....	5-68
Tabela 5.40. Entradas da função de Proteção contra Máximo de Tensão de Fase.....	5-71
Tabela 5.41. Saídas da função de Proteção contra Máximo de Tensão de Fase.....	5-71
Tabela 5.42. Parâmetros da função de Proteção contra Máximo de Tensão de Fase.....	5-72
Tabela 5.43. Entradas da função de Proteção de Máximo de Tensão Residual.....	5-74
Tabela 5.44. Saídas da função de Proteção de Máximo de Tensão Residual.....	5-75
Tabela 5.45. Parâmetros da função de Proteção de Máximo de Tensão Residual.....	5-75
Tabela 5.46. Entradas da função de Proteção de Máximo de Tensão de Sequência Inversa.....	5-78
Tabela 5.47. Saídas da função de Proteção contra Máximo de Tensão de Sequência Inversa.....	5-79
Tabela 5.48. Parâmetros da função de Proteção contra Máximo de Tensão de Sequência Inversa.....	5-79
Tabela 5.49. Entradas da função de Proteção contra Mínimo de Frequência.....	5-81
Tabela 5.50. Saídas da função de Proteção contra Mínimo de Frequência.....	5-81
Tabela 5.51. Parâmetros da função de Proteção contra Mínimo de Frequência.....	5-82
Tabela 5.52. Entradas da função de Proteção contra Máximo de Frequência.....	5-85
Tabela 5.53. Saídas da função de Proteção contra Máximo de Frequência.....	5-85
Tabela 5.54. Parâmetros da função de Proteção contra Máximo de Frequência.....	5-86
Tabela 5.55. Entradas da função de Taxa de Variação de Frequência.....	5-89
Tabela 5.56. Saídas da função de Taxa de Variação de Frequência.....	5-90
Tabela 5.57. Parâmetros da função de Taxa de Variação de Frequência.....	5-91
Tabela 5.58. Entradas da função da Lógica de Disparo Trifásico.....	5-94
Tabela 5.59. Saídas da função da Lógica de Disparo Trifásico.....	5-94
Tabela 5.60. Entradas de função de Supervisão de Circuito de Disparo.....	5-97
Tabela 5.61. Saídas de função de Supervisão de Circuito de Disparo.....	5-98
Tabela 5.62. Parâmetros da função de Supervisão de Circuito de Disparo.....	5-98
Tabela 5.63. Entradas da função de Proteção contra Falha do Disjuntor.....	5-102
Tabela 5.64. Saídas da Função de Proteção contra Falha do Disjuntor.....	5-102
Tabela 5.65. Parâmetros da função de Proteção contra Falha do Disjuntor.....	5-102
Tabela 5.66. Entradas de função de Bloqueio de Fecho.....	5-105

Tabela 5.67. Saídas da função de bloqueio.	5-105
Tabela 5.68. Configurações da função de bloqueio.	5-106
Tabela 5.69. Entradas da função de Supervisão de TT.	5-109
Tabela 5.70. Saídas da função de Supervisão de TT.	5-109
Tabela 5.71. Parâmetros da função de Supervisão de TT.	5-110
Tabela 5.72. Entradas da função de Supervisão de TI.	5-113
Tabela 5.73. Saídas da função de Supervisão de TI.	5-113
Tabela 5.74. Parâmetros da função de Supervisão de TI.	5-114
Tabela 5.75. Causas de rejeição de comandos do disjuntor.	5-116
Tabela 5.76. Entradas da função de Controlo de Disjuntor.	5-117
Tabela 5.77. Saídas da função de Controlo de Disjuntor.	5-117
Tabela 5.78. Parâmetros da função de Controlo de Disjuntor.	5-118
Tabela 5.79. Posição do disjuntor.	5-120
Tabela 5.80. Entradas da função de Supervisão de Disjuntor.	5-122
Tabela 5.81. Saídas da função de Supervisão de Disjuntor.	5-122
Tabela 5.82. Parâmetros da função de Supervisão de Disjuntor.	5-124
Tabela 5.83. Causas de rejeição dos comandos do seccionador.	5-126
Tabela 5.84. Entradas da função de Controlo de Seccionador.	5-127
Tabela 5.85. Saídas da função de Controlo de Seccionador.	5-128
Tabela 5.86. Posição do seccionador.	5-130
Tabela 5.87. Entradas da função de Supervisão de Seccionador.	5-131
Tabela 5.88. Saídas da função de Supervisão de Seccionador.	5-132
Tabela 5.89. Parâmetros da função de Supervisão de Seccionador.	5-132
Tabela 5.90. Cálculo de potência trifásica.	5-136
Tabela 5.91. Entradas da função de Medidas Trifásicas.	5-138
Tabela 5.92. Saídas da função de Medidas Trifásicas.	5-138
Tabela 5.93. Parâmetros da função de Medidas Trifásicas.	5-140
Tabela 5.94. Entradas da função de Medidas Monofásicas.	5-143
Tabela 5.95. Saídas da função de Medidas Monofásicas.	5-144
Tabela 5.96. Parâmetros da função de Medidas Monofásicas.	5-144
Tabela 5.97. Potência trifásica para cálculo de energia.	5-145
Tabela 5.98. Entradas da função de Contagem Trifásica.	5-147
Tabela 5.99. Saídas da função de Contagem Trifásica.	5-147
Tabela 5.100. Parâmetros da função de Contagem Trifásica.	5-147
Tabela 5.101. Níveis de disparo para tipos de entradas analógicas c.a.	5-148
Tabela 5.102. Características do Registo de Oscilografia.	5-149
Tabela 5.103. Entradas da função do Registo de Oscilografia.	5-150
Tabela 5.104. Saídas da função de Registo de Oscilografia.	5-151
Tabela 5.105. Parâmetros da função de Registo de Oscilografia.	5-151
Tabela 6.1. Parâmetros de configuração da porta série.	6-3
Tabela 6.2. Informações da porta série.	6-4

Tabela 6.3. Informações da interface de serviço	6-5
Tabela 6.4. Informações da porta Ethernet.....	6-5
Tabela 6.5. Parâmetros de configuração da rede independente.....	6-5
Tabela 6.6. Parâmetros de configuração da rede redundante.....	6-6
Tabela 6.7. Parâmetros de configuração da VLAN das redes.	6-6
Tabela 6.8. Informações da Rede/Vlan.....	6-6
Tabela 6.9. Parâmetros de configuração de IP.....	6-6
Tabela 6.10. Informações de IP.....	6-6
Tabela 6.11. Parâmetros de configuração de tráfego.....	6-7
Tabela 7.1. Permissões de acesso para cada ID.....	7-3
Tabela 7.2. Causas de uma carta não calibrada.....	7-17
Tabela 8.1. Características de tempo de proteção de corrente.....	8-3

A gray square graphic containing the word "Capítulo" in black and the number "1" in white, indicating the start of Chapter 1.

Capítulo

1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é apresentado o relé de controlo e protecção de transformador TPU T450. 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

Número total de páginas do capítulo: 16

1.1 APLICAÇÃO

A TPU T450 é um relé de proteção de transformadores que proporciona uma solução de elevado desempenho para a proteção do sistema de energia, oferecendo adicionalmente funções de controlo, medida e registo para uma gestão simples e segura do sistema de energia.

A TPU T450 destina-se à proteção de transformadores, incluindo transformadores de dois ou três enrolamentos, autotransformadores ou reatores shunt.

Os defeitos internos com baixo nível de corrente podem ser seletivamente detetados pela sua função de proteção diferencial sensível, que oferece também um elevado grau de imunidade contra correntes de magnetização e defeitos externos com saturação dos TI, bem como um modo de operação correto numa gama alargada de frequências. O equipamento efetua a compensação automática da relação de transformação dos TI e do grupo de ligações, sem que a interposição de TI auxiliares seja necessária para a sua operação.

A proteção diferencial de transformador principal pode ser complementada pela função de proteção restrita de terra de modo a melhorar a sensibilidade a defeitos de alta impedância no transformador. Também estão disponíveis outras funções de proteção de corrente, tensão e frequência.

Várias funções de controlo e supervisão permitem alargar a aplicação do relé, com opção para funções de automação adicionais definidas pelo utilizador (por exemplo, lógica de encravamento ou transferência de carga e esquemas de reposição). A aplicação base é valorizada pelos valores medidos com elevada precisão e pela gama alargada de registos e outra informação armazenada.

O utilizador pode adaptar o dispositivo a diferentes topologias de subestação, assim como a variados esquemas de proteção e controlo, através da elevada capacidade de configuração de I/O digital e analógico, de funções avançadas programáveis pelo utilizador e da biblioteca completa de funções integradas de firmware. A integração numa ferramenta de engenharia de última geração permite uma engenharia simples através do ciclo de vida do sistema sem comprometer os requisitos do utilizador.

Projetada de acordo com a norma IEC 61850 e outras, a TPU T450 é flexível, preparada para o futuro e poderá ser perfeitamente integrada em sistemas de proteção, automação e controlo distribuído de vários fabricantes.



Figura 1.1. TPU T450.

1.2 ARQUITETURA

A TPU T450 é um Dispositivo Eletrônico Inteligente (IED) que consiste numa plataforma baseada num microprocessador, com processamento completamente digital de todas as suas funções. A Figura 1.2 representa esquematicamente a arquitetura interna do relé de proteção.

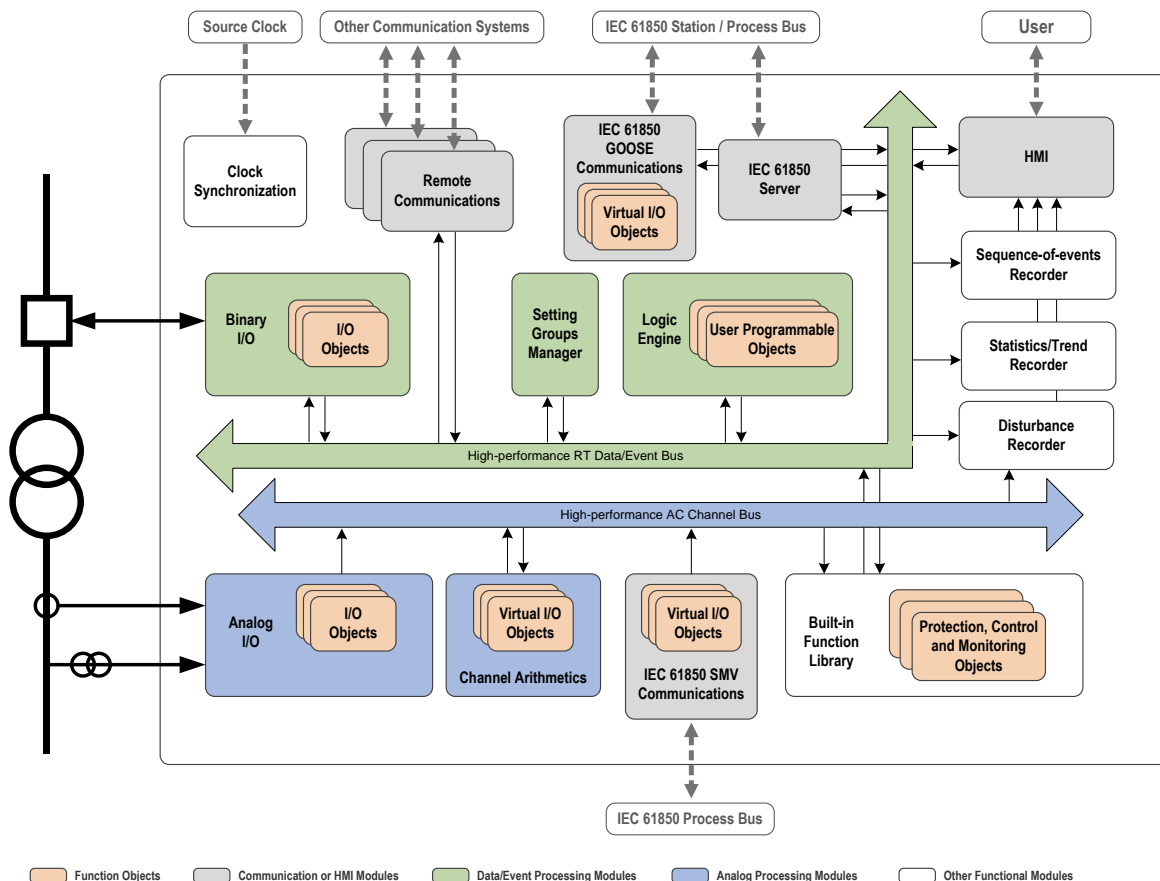


Figura 1.2. Arquitetura da TPU T450.

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

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

O IED é capaz de realizar várias operações sobre os sinais analógicos amostrados de base, como a soma de corrente ou a seleção de tensão de barramento, o que permite adaptar o IED a topologias de barramento complexas sem a necessidade de ligações externas adicionais.

O resultado destes processos de amostragem e estimação são disponibilizados a uma biblioteca incorporada de funções de proteção, controlo e monitorização através de um barramento de canal c.a. dedicado de alto desempenho. Estes resultados são avaliados periodicamente de modo a apoiar o processo de tomada de decisão do relé de proteção. Esta abordagem garante uma resposta atempada de todas as funções críticas.

Para além de entradas de aquisição analógica, a interface com o processo inclui entradas e saídas digitais responsáveis pela interação com equipamentos externos, como disjuntores ou outros aparelhos.

O motor de lógica permite a implementação de uma lógica PLC definida pelo utilizador e funções de automação adicionais que complementam a biblioteca base de funções.

Um barramento de dados e eventos genéricos garante uma rápida troca de informações entre os módulos do IED, sejam módulos de lógica definidos pelo utilizador, funções de biblioteca integradas ou objetos de I/O digitais. Os dados trocados incluem as saídas de funções de aplicação definidas pelo utilizador e integradas, informação recolhida de entradas digitais e comandos para dispositivos de corte externos.

O sistema central de processamento está igualmente encarregue de gerir outras interfaces do IED, tais como a interface homem-máquina, local ou remota, e sistemas de comunicação.

A interface homem-máquina inclui um ecrã no painel frontal onde o utilizador pode aceder a diversos dados do sistema de energia e do dispositivo, a um conjunto de alarmes configuráveis e a teclas funcionais. Também está disponível um servidor web incorporado.

As interfaces de comunicação incluem um servidor IEC 61850 e mecanismos de publicação/subscrição GOOSE para integração num barramento de estação IEC 61850, juntamente com várias outras opções de protocolo, tanto série como Ethernet. As mensagens GOOSE funcionam como alternativa aos objetos de entrada/saída 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 alteração de gamas de parâmetros; diagnóstico e autotestes, com supervisão de *watchdog*; diversas funções de registo, tais como registo de oscilografia ou registo de eventos. Um módulo de sincronização horária independente assegura a datação correta de todos os eventos e registos.

1.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O relé de transformador TPU T450 faz parte da série TPU 450 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 de 800 MHz topo de gama e outros núcleos especializados, com processamento digital de sinal integrado.
- ◆ altura de 6U, ½ × 19" (42HP), montagem em *rack* ou encastrada.
- ◆ Até um máximo de 12 entradas analógicas c.a. com conversão analógico/digital com precisão de 24 bit a uma taxa de 80 amostras por ciclo (frequência de amostragem de 4 kHz para uma frequência nominal de 50 Hz).
- ◆ Configuração flexível dos canais analógicos e operações de canal incorporadas para suporte direto de topologias de barramentos complexos.
- ◆ Máximo de 104 entradas digitais com filtragem de entradas digitais incorporada ou 55 saídas digitais com configuração de impulsos de saídas.
- ◆ Configuração flexível de I/O, o que permite uma implementação de baixo nível de pontos simples, duplos, n-bits ou contagem de impulsos, assim como operação de múltiplos contactos através de controlos simples ou duplos.
- ◆ Leque alargado de funções de proteção, controlo, supervisão e monitorização que engloba várias aplicações do sistema de energia.
- ◆ Maior expansão e personalização de aplicações através de funções definidas pelo utilizador e lógica PLC, totalmente programável em linguagens 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 dezasseis dispositivos lógicos internos, com modo de operação independente e gestão hierárquica de comutação.
- ◆ Oito gamas de parâmetros independentes para cada dispositivo lógico, permutáveis 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 oscilografia, diagramas de carga e relatórios de defeitos.
- ◆ Três portas Ethernet e até três portas série, com múltiplas opções de comunicação disponíveis.
- ◆ Até quatro protocolos de comunicação simultâneos servidor/ escravo, 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 LCD gráfico opcional grande, com teclado de fácil utilização para navegação no menu, edição de parâmetros e indicadores do estado de operação do relé.
- ◆ 16 alarmes e 9 teclas funcionais programáveis com várias opções de configuração.
- ◆ Servidor web incorporado, acessível pelas portas Ethernet frontal e traseira.
- ◆ Identificação Plug-and-play de componentes internos de hardware e software.
- ◆ *Watchdog* interno, saída de *watchdog* e auto supervisão de todos os módulos de 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 altamente configurável e flexível e modelos de configuração previamente testados para cada variante do produto.

1.4 FUNÇÕES DE APLICAÇÃO

1.4.1 FUNÇÕES DE PROTEÇÃO

Diferencial de Transformador

- ◆ ANSI: 87T
- ◆ IEC 61850: PDIF / PHAR
- ◆ Número de funções independentes: 1
- ◆ Adequado para a proteção de transformadores ou auto-transformadores com dois ou três enrolamentos.
- ◆ Suporta até cinco entradas de corrente trifásica restritiva, permitindo a aplicação nas topologias de barramentos complexos e arranjos de disjuntores múltiplos.
- ◆ Compensação automática das relações de transformação do TI e do índice horário das ligações do transformador, sem necessidade de interposição de TI para a operação.
- ◆ Eliminação automática de sequência zero ou medição opcional das correntes de neutro.
- ◆ Um escalão diferencial não restrito com disparo instantâneo de alta velocidade.
- ◆ Um escalão diferencial restrito com uma característica de estabilização ajustável com três secções.
- ◆ Elementos de proteção separados para as três fases (esquema completo).
- ◆ Alta estabilidade contra saturação de TI, mesmo no caso de defeitos externos próximos com correntes elevadas.
- ◆ Bloqueio contra corrente de magnetização de segunda harmónica, com opção de bloqueio cruzado entre fases distintas.
- ◆ Bloqueio contra corrente de magnetização alternativo baseado na deteção da forma de onda.
- ◆ Bloqueio opcional de quinta harmónica, para deteção de condições permanentes sobre-excitação, com opção de bloqueio cruzado entre fases distintas.
- ◆ Medições das correntes diferenciais por fase, restritiva, de segunda e quinta harmónica.
- ◆ Modo de teste dedicado, adequado para a verificação de configurações de função e ligações externas antes de ativar o disparo da função.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.

Diferencial Restrita de Terra

- ◆ ANSI: 87N
- ◆ IEC 61850: PDIF
- ◆ Número de funções independentes: 2
- ◆ Adequado para a proteção de transformadores ou autotransformadores.
- ◆ Suporte para até quatro entradas de corrente trifásica restritiva e uma entrada neutra permitindo a aplicação na maioria de topologias de barramentos complexos e arranjos de disjuntores múltiplos.
- ◆ Compensação automática das relações de transformação do TI de fase de neutro, sem necessidade de interposição de TI para a operação.
- ◆ Um escalão diferencial restrito com uma característica de estabilização ajustável com duas secções.
- ◆ Disparo instantâneo ou com tempo de atraso da operação.
- ◆ Alta estabilidade contra saturação de TI, mesmo no caso de defeitos externos próximos com correntes elevadas.
- ◆ Supervisão de disparo direcional opcional, permitindo melhor discriminação entre defeitos internos e externos.
- ◆ Ângulo de abertura da característica direcional configurável para colmatar erros de medição por saturação de TI.
- ◆ Medições de correntes diferenciais e restritivas.

- ◆ Modo de teste dedicado, adequado para a verificação de configurações de função e ligações externas antes de ativar o disparo da função.
- ◆ Entrada de bloqueio independente.

Teledisparo

- ◆ **ANSI:** 85
- ◆ **IEC 61850:** PSCH
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Adequado para a implementação de esquemas de proteção de transferência direta de disparo.
- ◆ Sinais de disparo gerais ou segregados por fase.
- ◆ Dois módulos independentes, um para transmitir e outro para receber de subestações remotas.
- ◆ Lógica de transmissão preparada para ser associada a qualquer função de proteção local ou disparo de escalão.
- ◆ Tempo de prolongamento do sinal transmitido configurável e tempo de atraso opcional após o recebimento de um disparo remoto.
- ◆ Preparado para várias interfaces de comunicação ou para associação com entradas e saídas digitais.
- ◆ Entradas independentes para bloqueio da transmissão e lógica de recebimento.

Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Fase

- ◆ **ANSI:** 50, 51, 67
- ◆ **IEC 61850:** PTOC / RDIR / PHAR
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ 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 (esquema completo).
- ◆ 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 for 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 fria externa.
- ◆ Bloqueio contra corrente de magnetização de segunda harmónica, ativado independentemente para cada escalão, com opção de bloqueio cruzado entre fases diferentes.
- ◆ Operação direcional em opção, direção frente ou trás, configurada independentemente para cada escalão.
- ◆ Ângulo de característica direcional com um intervalo de configurações alargado, 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.
- ◆ Bloqueio configurável de escalão de alta velocidade por arranque de proteção a jusante.

Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra

- ◆ **ANSI:** 50N, 51N, 67N
- ◆ **IEC 61850:** PTOC / RDIR / PHAR
- ◆ **Número de funções independentes:** 5

- ◆ 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.
- ◆ Curva logarítmica de tempo inverso adicional.
- ◆ Rearme dinâmico opcional quando a opção de tempo inverso for 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 neutro toroidal independente.
- ◆ Detecção de defeitos à terra de elevada resistência se a função estiver associada a uma entrada de corrente opcional de elevada sensibilidade.
- ◆ 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 fria externa.
- ◆ Bloqueio contra corrente de magnetização de 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 de regulação alargada, 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-neutro.
- ◆ Discriminação de direção do defeito opcional, 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.
- ◆ Bloqueio configurável de escalão de alta velocidade por arranque de proteção a jusante.

Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa

- ◆ **ANSI:** 46, 67
- ◆ **IEC 61850:** PTOC / RDIR
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ 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 for selecionada.
- ◆ Operação direcional em opção, direção frente ou trás, configurada independentemente para cada escalão.
- ◆ Ângulo de característica direcional com um intervalo de configurações alargado, 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 no caso de falha do transformador de tensão ou ausência de polarização.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.

Proteção de 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 I²t.
- ◆ Avaliação contínua do valor RMS dos sinais de corrente, tendo em conta o efeito da corrente de carga antes da sobrecarga.
- ◆ Medição independente para as três fases, com operação baseada na temperatura mais alta entre as três.
- ◆ Característica de disparo de acordo com a norma IEC 60255-8.
- ◆ Parâmetros de temperatura separados para alarme e rearme (permissão para voltar a fechar) dos escalões.
- ◆ Temperatura ambiente padrão ajustável.
- ◆ 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, em caso de comando de fecho do disjuntor.
- ◆ Detecção integrada de linha desligada, baseada na ausência de corrente e tensão, como alternativa.
- ◆ Tempo de confirmação configurável para a condição de linha desligada.
- ◆ Intervalo de tempo configurável em que a função permanece ativa depois do fecho do disjuntor.
- ◆ Escalão de máximo de corrente de alta velocidade independente, com disparo instantâneo.
- ◆ Preparado para ser associado a qualquer escalão de outra função de proteção.

Proteção de Mínimo de Tensão de Fase

- ◆ **ANSI:** 27
- ◆ **IEC 61850:** PTUV
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ 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 (esquema completo).
- ◆ Preparado para utilizar tensões fase-terra ou fase-fase como grandezas operacionais.
- ◆ Gama de configurações 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 cargas, totalmente programáveis pelo utilizador.

Proteção de Máximo de Tensão de Fase

- ◆ **ANSI:** 59
- ◆ **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.
- ◆ Elementos de proteção separados para as três fases (esquema completo).
- ◆ Preparado para utilizar tensões fase-terra ou fase-fase como grandezas operacionais.
- ◆ Gama de configurações alargada, o que permite limiares de operação abaixo ou acima da tensão nominal.

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

Proteção de Máximo de Tensão Residual

- ◆ ANSI: 59N
- ◆ 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.
- ◆ Grandeza operacional configurável como tensão residual (soma calculada das três tensões simples de fase) ou tensão de neutro, obtida através de ligação 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.

Proteção de 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.
- ◆ Preparado para utilizar tensões fase-terra ou fase-fase como grandezas operacionais.
- ◆ 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.

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.
- ◆ Gama de configurações alargada, o que permite limiares de operação abaixo ou acima da frequência nominal.
- ◆ Limiar configurável de bloqueio de mínimo de tensão.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Esquemas configuráveis de reposição e deslastre de cargas, 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.
- ◆ Gama de configurações alargada, o que permite limiares de operação abaixo ou acima da frequência nominal.
- ◆ Limiar configurável de bloqueio de mínimo de tensão.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Esquemas configuráveis de reposição e deslastre de cargas, totalmente programáveis pelo utilizador.

Proteção de 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 disponíveis.
- ◆ Gama de configurações 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 o cálculo de taxa de variação média de frequência.
- ◆ Limiar configurável de bloqueio de mínimo de tensão.
- ◆ Entrada de bloqueio independente para cada escalão de proteção.
- ◆ Esquemas configuráveis de reposição e deslastre de cargas, 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:** 3
- ◆ Condicionamento e bloqueio de disparo do disjuntor trifásico.
- ◆ Indicações de arranque e disparo gerais das proteções.
- ◆ Disparo instantâneo por fecho sobre defeito ativo para escalões de função de proteção selecionados.
- ◆ Contador de disparos do disjuntor.

Supervisão de Circuito de Disparo

- ◆ ANSI: 74TC
- ◆ IEC 61850: STRC
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ Até dois circuitos de disparo do disjuntor supervisionados (bobinas principal e de reserva) através de entradas digitais dedicadas.
- ◆ Opção de supervisão apenas com disjuntor fechado.
- ◆ Tempo de atraso e de alarme e tempo de rearme configuráveis.

Falha de Disjuntor

- ◆ ANSI: 51BF
- ◆ IEC 61850: RBRF
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ Um ou dois escalões de tempo definido: apenas disparo externo; tanto repetição de disparo como disparo externo ativados.
- ◆ Monitorização da corrente de fase em cada polo do disjuntor.
- ◆ Limiares de corrente distintos para arranque (disparo da proteção) e rearme (detecção 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.

Bloqueio de Fecho do Disjuntor

- ◆ ANSI: 86
- ◆ IEC 61850: RCBL
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Bloqueio das operações de fecho do disjuntor persistente (reconhecível 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 do transformador de tensão através de entrada digital.
- ◆ Critérios adicionais para a deteção de falhas no circuito 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 da sequência de fases.

Supervisão de TI

- ◆ IEC 61850: RCTS
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ Deteção de falhas do circuito de corrente baseada na corrente residual e/ou tensão de referência.
- ◆ Verificação de polaridade e da sequência de fases.

Controlo de Disjuntor

- ◆ IEC 61850: CSWI
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ Entradas de bloqueio independentes para comandos de abertura e fecho do disjuntor.
- ◆ Diferentes condições de bloqueio dependendo da origem do controlo: manual local, manual remoto ou comandos automáticos.
- ◆ Monitorização de condições de encravamento definidas pelo utilizador e verificação de sincronismo opcional para comandos de fecho.
- ◆ Gestão dos vários níveis da hierarquia de comando.
- ◆ Contagem de comandos de abertura do disjuntor.

Supervisão de Disjuntor

- ◆ ANSI: 52
- ◆ IEC 61850: XCBR / SGCB
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ 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.
- ◆ Contador de operações de abertura do disjuntor.
- ◆ Última corrente cortada e soma acumulada do quadrado das correntes cortadas por cada polo do disjuntor.
- ◆ Alarmes configuráveis para o máximo número de operações de abertura e para a soma acumulada do quadrado das correntes cortadas por cada polo do disjuntor.

Controlo de 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 dependendo da origem do controlo: manual local, manual remoto ou comandos automáticos.
- ◆ Monitorização de condições de encravamento definida pelo utilizador.
- ◆ Gestão dos vários níveis da hierarquia de comando.
- ◆ Contador de comandos de abertura seccionador.

Supervisão de Seccionador

- ◆ **ANSI:** 89
- ◆ **IEC 61850:** XSWI
- ◆ **Número de funções independentes:** 6
- ◆ Execução de controlos do seccionador e atualização de estado.
- ◆ Duração configurável de impulsos fixos ou adaptáveis, para comandos de abertura e fecho do seccionador.
- ◆ Filtro opcional de estados intermédios, com tempo de filtragem configurável.
- ◆ Supervisão do tempo de abertura e fecho do seccionador.
- ◆ Contador de comandos de abertura do seccionador.
- ◆ Alarmes configuráveis para o número máximo de operações de abertura.

1.4.3 FUNÇÕES DE MONITORIZAÇÃO E REGISTO

Medidas trifásicas

- ◆ **IEC 61850:** MMXU / MSQI
- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ Medidas trifásicas do sistema, precisas e instantâneas, de corrente, tensão (fase-terra e fase-fase), potência (ativa, reativa e aparente), fator de potência, impedância e frequência.
- ◆ Medições adicionais de corrente e tensão de neutro, se disponível.
- ◆ Medições adicionais de componentes simétricos de corrente e tensão.
- ◆ Informação disponível sobre amplitude e fase.
- ◆ Suportadas várias combinações de TI e TT, com diferentes métodos de cálculo de potência.
- ◆ 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:** MIMXN

- ◆ **Número de funções independentes:** 3
- ◆ Medições instantâneas 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.

Contagem Trifásica

- ◆ **IEC 61850:** MMTR
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Contadores de energia ativa e reativa nos sentidos frente e trás, baseados nos sinais de tensão e corrente trifásicas.
- ◆ 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 diferentes métodos de cálculo de energia.
- ◆ Orientação configurável de TI para a frente (em direção à linha) ou para trás (em direção ao barramento), independente das funções de proteção.

Registo de Oscilografia

- ◆ **IEC 61850:** RDRE
- ◆ **Número de funções independentes:** 1
- ◆ Até 24 canais analógicos e 96 canais digitais.
- ◆ Ficheiros de registo de oscilografia de acordo com a norma COMTRADE.
- ◆ Tempos pré-defeito, pós-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.
- ◆ Opção de prolongamento de registo por disparo durante o tempo após o defeito.
- ◆ Indicação de número de registos efetivos e percentagem de memória utilizada.

A gray square graphic containing the text "Capítulo" in a bold, black, sans-serif font at the top, and a large, white, bold number "2" in the center.

INSTALAÇÃO

Este capítulo descreve o modo de instalação da TPU T450. 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.....	2-11
2.4 LIGAÇÕES.....	2-12

Número total de páginas do capítulo: 33

2.1 APRESENTAÇÃO E DIMENSÕES

A TPU T450 é apresentado numa caixa proprietária de 6U de altura para montagem encastrada ou para painel de 19" (montagem em *rack*). Esta secção descreve a caixa e apresenta as suas dimensões.

2.1.1 CAIXA

A TPU T450 é fornecida numa caixa de dimensões $\frac{1}{2} \times 19''$ de *rack* 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 T450, 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 T450 deverá ser efetuada por pessoal técnico autorizado.

O incumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU T450, e causar danos pessoais e/ou no equipamento.

As Figura 2.1 e Figura 2.2 apresentam, respetivamente, o painel frontal e o painel traseiro da TPU T450. Os painéis são descritos de forma genérica.

Painel Frontal

Na Figura 2.1 é apresentado o painel frontal da TPU T450. Este painel é fixado ao corpo da TPU T450 por oito parafusos nas partes laterais, na parte superior e inferior da estrutura frontal. O painel frontal está coberto por uma película de policarbonato serigrafado, onde está disposta a interface com o utilizador.



Figura 2.1. Vista frontal da TPU T450.

A interface do utilizador é constituída por um grande ecrã gráfico, 16 LEDs de alarme programáveis, 3 LED indicadores do estado de funcionamento da TPU T450 e da LAN, bem como 18 LEDs associados a teclas funcionais.

Existem 6 teclas de navegação, 3 teclas para seleção e operação do aparelho, 9 teclas funcionais para a seleção de modos de funcionamento ou de outras ações predefinidas e uma última tecla para reconhecimento de alarme.

Por último, existe uma porta Ethernet frontal (conector RJ-45) para ser utilizada como Interface de Serviço. Esta interface é dedicada à comunicação com a aplicação Automation Studio, a executar num PC para configuração, alteração de parâmetros, recolha de dados e atualização de *firmware* da TPU T450.

Painel Traseiro

A Figura 2.2 apresenta o painel traseiro da TPU T450. Mostra a disposição de conectores traseiros com a identificação respetiva. A Tabela 2.1 descreve brevemente os conectores. Pormenores dos conectores são dados na secção 2.4 - Ligações.

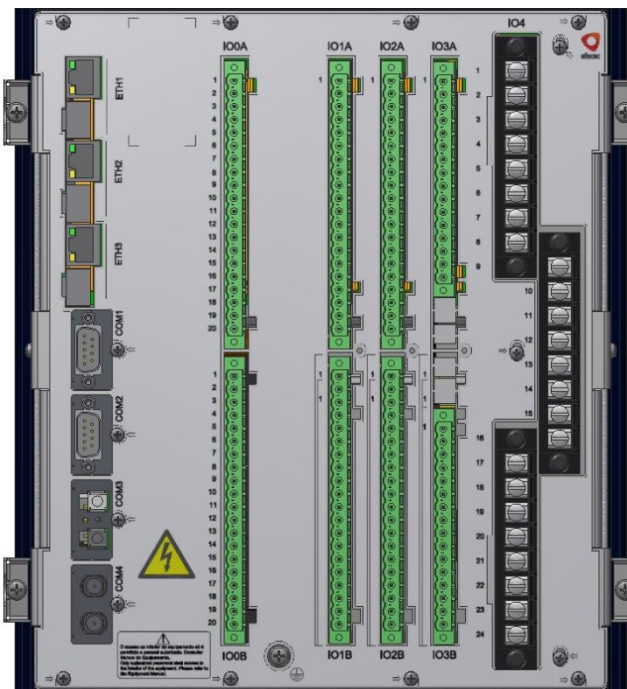


Figura 2.2. Vista traseira da TPU T450.

Tabela 2.1. Descrição dos conectores

Conector	Descrição	Observações
ETH1, ETH2, ETH3	Conectores RJ-45 para ligação LAN dupla (par entrançado) Conectores LC Duplex para ligação LAN dupla (fibra ótica)	Consultar a secção 2.4
COM1, COM2, COM3	Portas série	Consultar a secção 2.4
COM4	Entrada para sinal de sincronização IRIG-B desmodulado	Consultar a secção 2.4
IO0A, IO0B	Ligações de alimentação e conectores da carta base de I/O digital	Consultar a secção 2.4
IO1A, IO1B ... IO3A, IO3B	Ligações c.c. de expansão digital e analógica Cartas de I/O	Consultar a secção 2.4
IO4	Entradas analógicas c.a. de corrente e/ou tensão	Consultar a secção 2.4

2.1.2 DIMENSÕES

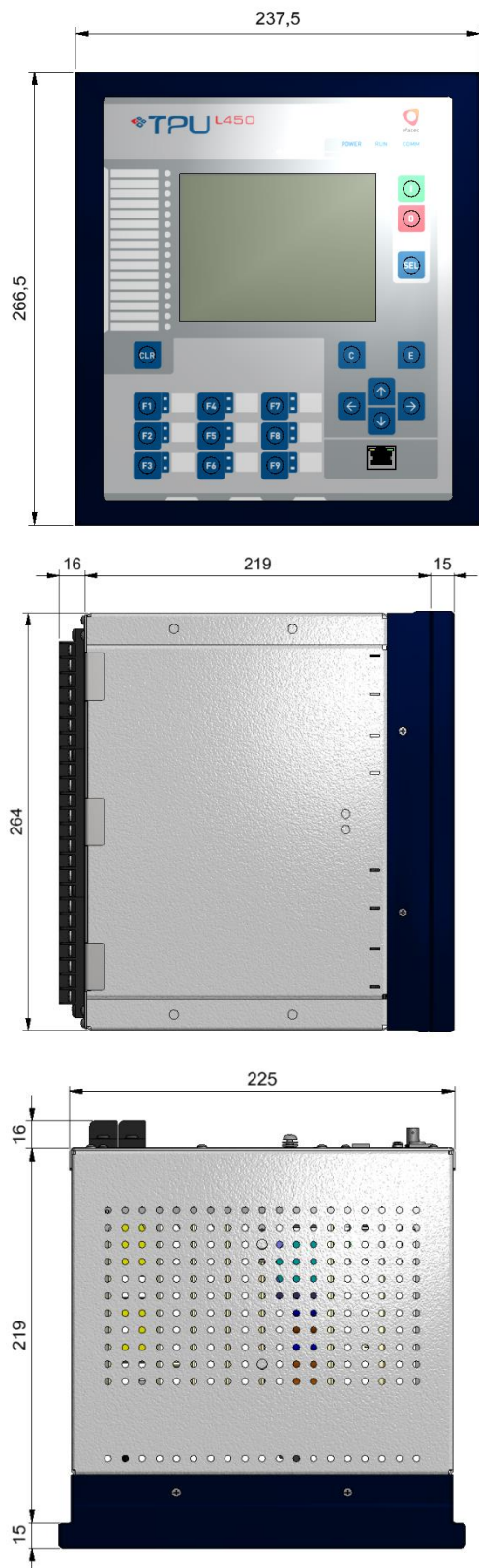


Figura 2.3. Dimensões externas (em mm) da TPU T450.

2.2 DESCRIÇÃO DE HARDWARE

Esta secção descreve o hardware que constitui a TPU T450, e apresenta as configurações possíveis em termos de módulos eletrónicos.

2.2.1 DESCRIÇÃO GERAL

A arquitetura da TPU T450 é modular e multiprocessadora, utilizando processadores de 32 bit e um processador digital de sinal de vírgula flutuante, de modo a garantir um desempenho elevado da TPU T450. É utilizado um sistema operativo de tempo real 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, já que todas as ligações para a instalação são feitas na parte traseira da unidade e os sinais internos sensíveis circulam num painel frontal, localizado imediatamente atrás da interface local do utilizador, que faz a interligação de todas as cartas.

2.2.2 DESCRIÇÃO DOS MÓDULOS

MAP8061 - Carta frontal

Esta carta suporta a interface local da TPU T450. Está associada ao painel frontal e só é acessível pela frente. Contém um ecrã gráfico, todos os LEDs, teclas e a porta Ethernet frontal. O ecrã gráfico tem uma resolução 640x480 e é retro iluminado 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.

MAP8001 - Módulo CPU

Este módulo desempenha todo o processamento central da TPU T450. Integra um processador de ponta de 800 MHz e outros núcleos especializados, incluindo um processador digital de sinal de vírgula flutuante de 32 bit (DSP), com memória RAM e FLASH associada para dados de operação, parâmetros, firmware, etc.

Oferece três portas Ethernet 10/100BASE-TX ou 100BASE-FX. Fornece conectores tipo 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 (COM4), que recebe sinais de sincronização desmodulados isolados óticamente.

São fornecidas até três portas série (COM1, COM2 e COM3) disponíveis como módulos Piggy-Back opcionais. Podem ser escolhidos RS-232, RS-485 e fibra ótica (fibra ótica de plástico de 1 mm de espessura que suporta distâncias até 45 m, ou fibra ótica de vidro de 62,5 µm/125 µm de espessura que suporta distâncias até 1700 m). O tipo de meio padrão é RS-232.

Esta carta também tem vários *jumpers* de configuração. O seu acesso é possível após remoção da tampa traseira da TPU T450.

Módulo Base I/O e Fornecimento de Energia MAP8011 - 8 Entradas Digitais e 8 Saídas Digitais

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

Este módulo contém 8 entradas digitais independentes óticamente isoladas, 7 saídas digitais e mais uma saída de *watchdog* dedicada. Quatro das saídas digitais são do tipo changeover, estando uma delas reservada para o *watchdog*. A tensão de funcionamento das entradas digitais é configurável pelo utilizador. Estas opções são detalhadas 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 qualquer tipo de cablagem. Dispõe de elevada imunidade contra perturbações externas, assegurada pelo isolamento ótico e supressão de transitórios nas entradas digitais e pelo comando dos relés das saídas, por intermédio de acopladores óticos, utilizando uma fonte de alimentação separada.

Módulo de Expansão MAP8020 - 16 Entradas Digitais

Este módulo contém 16 entradas digitais independentes, oticamente isoladas. A tensão de funcionamento das entradas digitais é configurável pelo utilizador. Estas opções são detalhadas na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O.

Acéder a esta carta é apenas possível após remoção do painel traseiro da TPU T450.

Módulo de Expansão MAP8021 - 32 Entradas Digitais

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

Acéder a esta carta é apenas possível após remoção do painel traseiro da TPU T450.

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

Este módulo contém 8 entradas independentes digitais isoladas oticamente e 8 saídas digitais por relé, sendo que quatro são do tipo changeover. A tensão de funcionamento 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 T450.

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

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

Acéder a esta carta é apenas possível após remoção do painel traseiro da TPU T450.

Módulo de Expansão MAP8051 - 16 Saídas Digitais

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

O acesso a esta carta só é possível depois de remover o painel traseiro da TPU T450.

Tabela 2.2. Tipos de módulos de expansão 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

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

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

Este módulo contém isolamento, filtragem analógica e conversão A/D de alta resolução, bem como um processador dedicado ao módulo de controlo. Foi especialmente projetado para fornecer um grau de rejeição muito elevado à frequência do sistema de energia (50 e 60 Hz).

Acéder a esta carta é apenas possível após remoção do painel traseiro da TPU T450.

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

Este módulo contém 12 entradas analógicas c.a. Existem várias opções deste módulo, com diferentes combinações de entradas de corrente e tensão. Existem também várias opções de corrente nominal e/ou tensão nominal de 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, filtragem analógica e conversão A/D de alta resolução.

Tabela 2.3. Opções de carta de expansão de entrada analógica.

Opção	Entradas analógicas	Descrição
J	8 c.c.	8 entradas de corrente ou tensão c.c.
P	12 TI	12 entradas analógicas de corrente c.a.
Q	8 TI + 4 TT	8 entradas analógicas de corrente c.a. + 4 entradas analógicas de tensão c.a.
S	6 TI + 2 TI sensível + 4 TT	8 entradas analógicas de corrente c.a. (duas delas sensíveis) + 4 entradas analógicas de tensão c.a.



Os módulos de expansão devem ser corretamente configurados de modo a funcionarem sem problemas. A configuração incorreta, para além de causar avarias na TPU T450, pode causar danos permanentes nas cartas de expansão e/ou módulo de processamento.



Qualquer intervenção no interior da TPU T450 deverá ser efetuada por pessoal técnico autorizado. O incumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU T450, e causar danos pessoais e/ou no equipamento.

2.2.3 CONFIGURAÇÃO DA TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO E I/O



Certifique-se que são selecionadas as opções corretas das tensões de operação da fonte de alimentação e das entradas digitais. A escolha incorreta pode causar avarias e até danos na TPU T450. O mesmo se aplica aos valores nominais das entradas de tensão e de corrente c.a.

O incumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU T450, e causar danos pessoais e/ou no equipamento.



Uma cópia do formulário de encomenda está no painel traseiro da TPU T450, na etiqueta com o símbolo de marcação CE.

Gamas de Tensão de Alimentação

A Tabela 2.4 apresenta três opções para as gamas de operação da fonte de alimentação.

Tabela 2.4. Gamas das tensões de operação para a fonte de alimentação.

Tensões nominais	Gamas de operação	Consumo de energia
24 / 48 / 60 V c.c.	c.c.: 19 - 72 V	< 50 W (c.c.) / < 80 VA (c.a.)
110 / 125 / 220 / 250 V c.c. 115 / 230 V c.a.	c.c.: 88 - 350 V c.a.: 80 - 265 V	
48 / 60 / 110 / 125 V c.c.	c.c.: 38 - 150V	

Tensões de Operação das Entradas Digitais

Existem quatro opções para a gama de tensões de operação das entradas digitais, de forma a adaptar os limiares de operação destas à tensão de alimentação utilizada. A tensão de operação deve ser escolhida em função da tensão nominal, de modo a garantir um limiar de operação suficientemente elevado para evitar atuações inesperadas das entradas. As tensões nominais e os limiares de operação encontram-se especificados na Tabela 2.5.



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 2.5. Tensões de operação e limiares de operação das entradas digitais.

Tensões nominais	Limiares 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.)
48/60 V 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 de entradas analógicas c.c.

As entradas analógicas de corrente e tensão c.c. têm três escalas diferentes de hardware. Existem quatro conexões de ligação para cada entrada, três para as diferentes escalas de hardware e um ponto comum. As conexões de ligação definem a escala de hardware utilizada.

Cada escala de hardware suporta várias gamas de operação, de acordo com a Tabela 2.6. A gama de operação exata para cada entrada pode então ser definida por configuração do software. Os fatores de ganho adequados no circuito de aquisição serão, automaticamente, ajustados para garantir a exatidão e resolução definidas.

Tabela 2.6. Escalas de entradas analógicas c.c.

Escala	Gamas de operação	Capacidade térmica
Tensão (alta)	$\pm 150\text{V}; \pm 300\text{V}$	360 V contínua 420 V durante 1 s
Tensão (baixa)	$\pm 1\text{V}; \pm 5\text{V}; \pm 10\text{V}$	20 V contínua 50 V para 1 s
Corrente	$\pm 1 \text{ mA}; \pm 5 \text{ mA}; \pm 10 \text{ mA}; \pm 20 \text{ mA} /$ $0 \dots 1 \text{ mA} / 0 \dots 5 \text{ mA} / 0 \dots 10 \text{ mA} / 0 \dots 20 \text{ mA} / 4 \dots 20 \text{ mA}$	0,1 A contínua 0,5 A durante 1 s

Configuração de Entradas Analógicas c.a.

O valor nominal das entradas de corrente e tensão c.a. pode ser configurado pelo utilizador. A configuração deverá estar de acordo com o TI e TT externos ligados à TPU T450.

A Tabela 2.7 apresenta as diferentes opções e dados técnicos para as entradas de corrente c.a. A escolha de opções entre corrente c.a. padrão e sensível é feita pelo módulo analógico c.a. instalado.



Uma ou mais entradas de corrente extra sensíveis estão disponíveis, nas mesmas opções, para o módulo analógico c.a. Esta opção permite uma melhor sensibilidade para medições de corrente de neutro e pode ser utilizada para detecção de defeitos fase-neutro de alta resistência.

Tabela 2.7. Valores nominais e gamas de operação de entradas de corrente c.a.

Opção	Valor nominal	Gamas de operação	Capacidade térmica	Consumo
Padrão	$I_r = 1 \text{ A}$	$[0,05 \dots 50,0] \times I_r$	500 A durante 1 s 20 A contínua	$< 0,05 \text{ VA @ } I_r = 1 \text{ A}$
	$I_r = 5 \text{ A}$			$< 0,15 \text{ VA @ } I_r = 5 \text{ A}$
Sensível	$I_r = 1 \text{ A}$	$[0,005 \dots 5,0] \times I_r$	250 A durante 1 s 10 A contínua	$< 0,05 \text{ VA @ } I_r = 1 \text{ A}$
	$I_r = 5 \text{ A}$			$< 0,25 \text{ VA @ } I_r = 5 \text{ A}$

A Tabela 2.8 apresenta as diferentes opções e dados técnicos para entradas de tensão c.a. O valor nominal específico da entrada pode ser adaptado por configuração.

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

Valor nominal	Gamas de operação	Capacidade térmica	Consumo
$U_r = 100/3, 110/3, 115/3 \text{ ou } 120/3 \text{ V}$ (residual)	$[0,25 \dots 220,0] \text{ V}_{\text{rms}}$	500 V durante 1 s 460 V contínua	$< 0,05 \text{ VA @ } U_r$
$U_r = 100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}, 115/\sqrt{3} \text{ ou } 120/\sqrt{3} \text{ V}$ (fase-neutro)			
$U_r = 100, 110, 115 \text{ ou } 120 \text{ V}$ (fase-fase)			
$U_r = 100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}, 115/\sqrt{3} \text{ ou } 120/\sqrt{3} \text{ V}$ (residual)	$[0,50 \dots 440,0] \text{ V}_{\text{rms}}$	500 V durante 1 s 460 V contínua	$< 0,25 \text{ VA @ } U_r$
$U_r = 100, 110, 115, 120 \text{ V ou } 230 \text{ V}$ (fase-neutro)			
$U_r = 100 \times \sqrt{3}, 110 \times \sqrt{3}, 115 \times \sqrt{3}, 120 \times \sqrt{3} \text{ V}$ ou 400 V (fase-fase)			

2.3 MONTAGEM

Esta secção descreve as opções disponíveis para a montagem da TPU T450. A TPU T450 pode ser encastrado num painel ou armário tipo rack de 19" ou diretamente nos aparelhos de corte. De seguida, são fornecidas instruções e informações relevantes para a montagem. A montagem deverá ser permanente, interna e ser feita em local seco.

A Figura 2.4 mostra o procedimento de montagem da TPU T450.

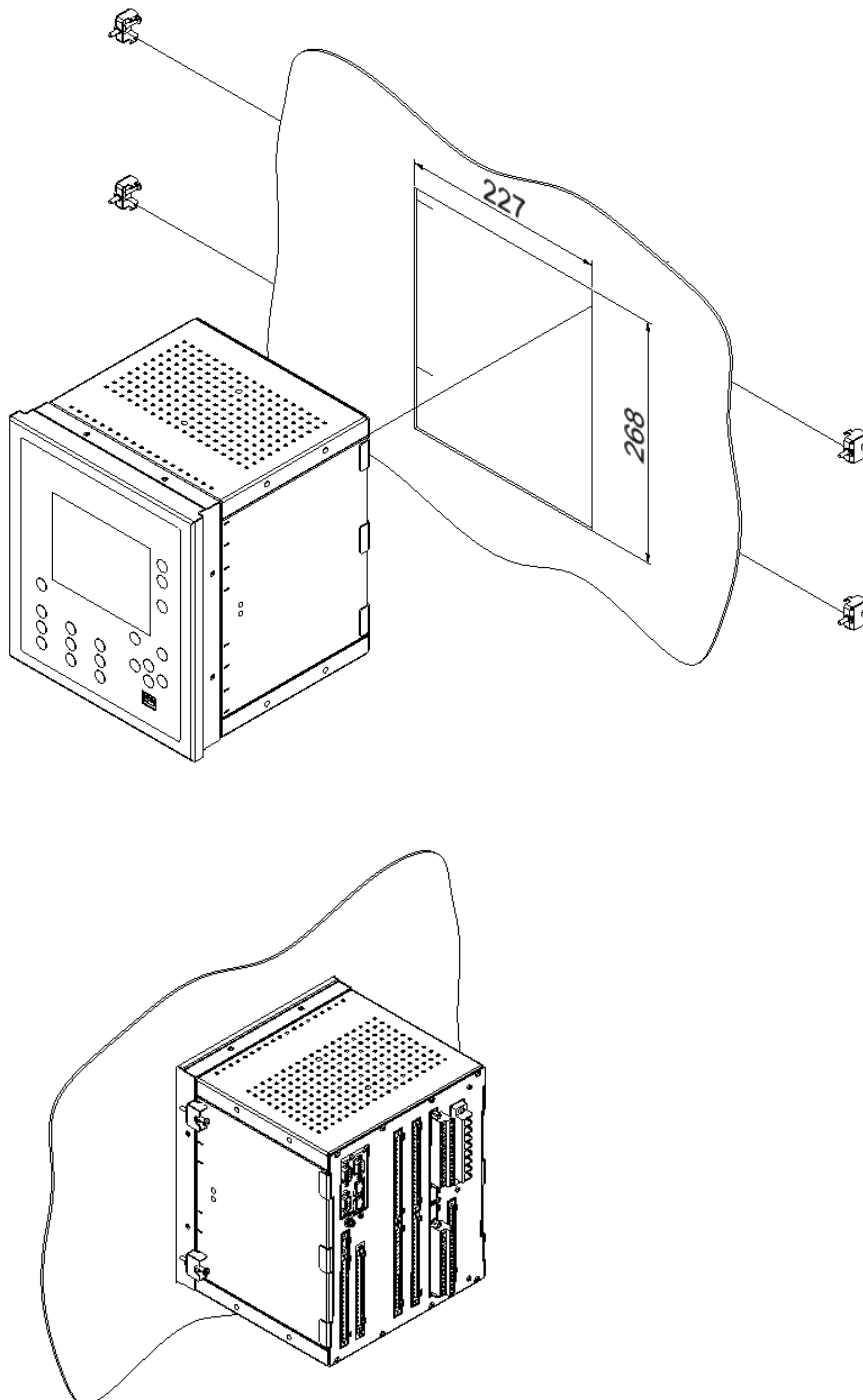


Figura 2.4. Montagem da TPU T450.

2.4 LIGAÇÕES



As tensões das ligações da TPU T450 são suficientemente elevadas para apresentar um elevado risco de choque elétrico. Assim, devem ser tomadas precauções 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 T450, e eventuais danos pessoais e/ ou no equipamento.

A Figura 2.5 apresenta os conectores presentes na parte traseira da TPU T450.

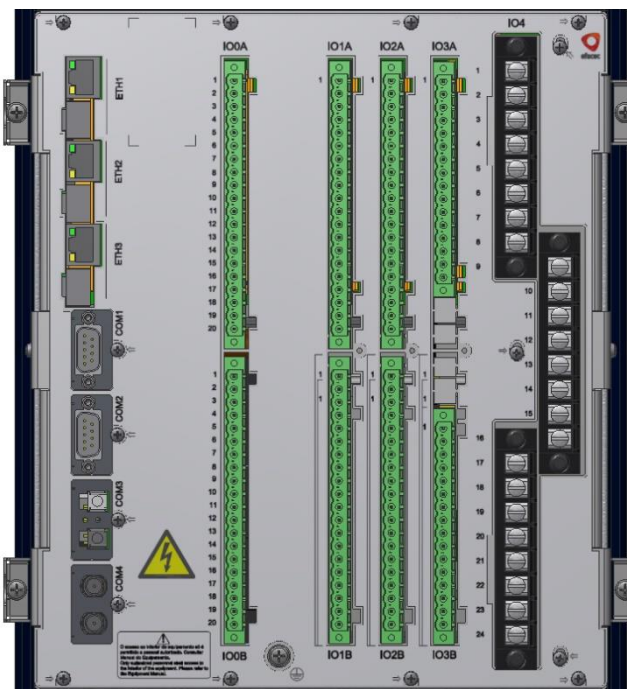


Figura 2.5. Conectores da parte traseira da TPU T450.

2.4.1 DESCRIÇÃO DOS CONECTORES

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

Conector de alimentação, entradas digitais e saídas digitais padrão



Conector tipo Phoenix Front-MSTB 2.5/20-STF-5,08 (1777976), 20 contactos. Aceita condutores com secção de 0,2 mm² a 2,5 mm². A ligação é feita com parafusos, com o auxílio de uma chave de fendas de dimensões 0,6 x 3,5 mm. Binário de aperto: 0,5 – 0,6 Nm.

Conector para saídas digitais de alta velocidade



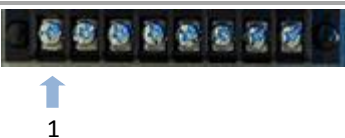
Conector tipo Phoenix Front-GMSTB 2.5/12-STF-7.62 (1806106), 12 contactos. Aceita condutores com secção de 0,2 mm² a 2,5 mm². A ligação é feita com parafusos, com o auxílio de uma chave de fendas de dimensões 0,6 x 3,5 mm. Binário de aperto: 0,5 – 0,6 Nm.

Conector para entradas analógicas c.c.



Conector tipo Phoenix Front-MSTB 2.5/16-STF-5.08 (1777934), 16 contactos. Aceita condutores com secção de 0,2 mm² a 2,5 mm². A ligação é feita com parafusos, com o auxílio de uma chave de fendas de dimensões 0,6 x 3,5 mm. Binário de aperto: 0,5 – 0,6 Nm.

Borne para ligação de entradas analógicas c.a.



Conector tipo Terminal de Barramento, 8 contactos. Aceita bornes do tipo anel M3.5 ou M4 (diâmetro externo máximo de 8 mm) para condutores com secções transversais de 1,5 a 4,0 mm². A ligação é feita com chave de fendas DIN 5,5 x 1,0 ou PZ2. Binário de aperto: 0,8 – 1,0 Nm.

Terminal para ligação à terra de protecção



Terminal de aperto por parafuso, M4, para ligação à terra de protecção. Esta ligação é essencial para o correto funcionamento da TPU T450. Deve ser efetuada de forma sólida por questões de segurança.

2.4.2 DIAGRAMAS DE LIGAÇÃO

As Figura 2.6 até à Figura 2.13 apresentam os diagramas de ligação gerais da TPU T450.

Diagrama de Ligações Base

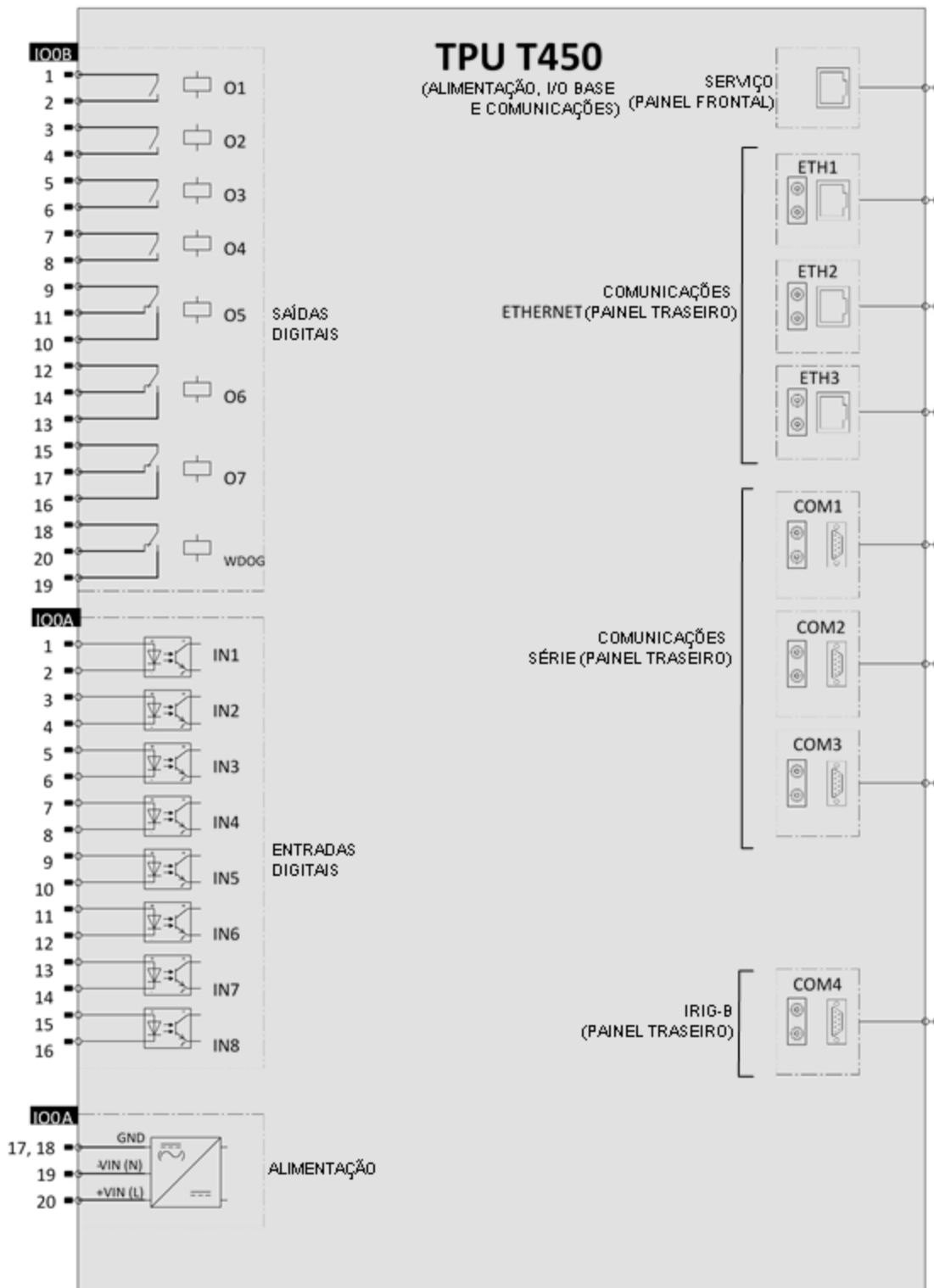


Figura 2.6. Diagrama de ligações base.

Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8020



Figura 2.7. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8020.

Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8021

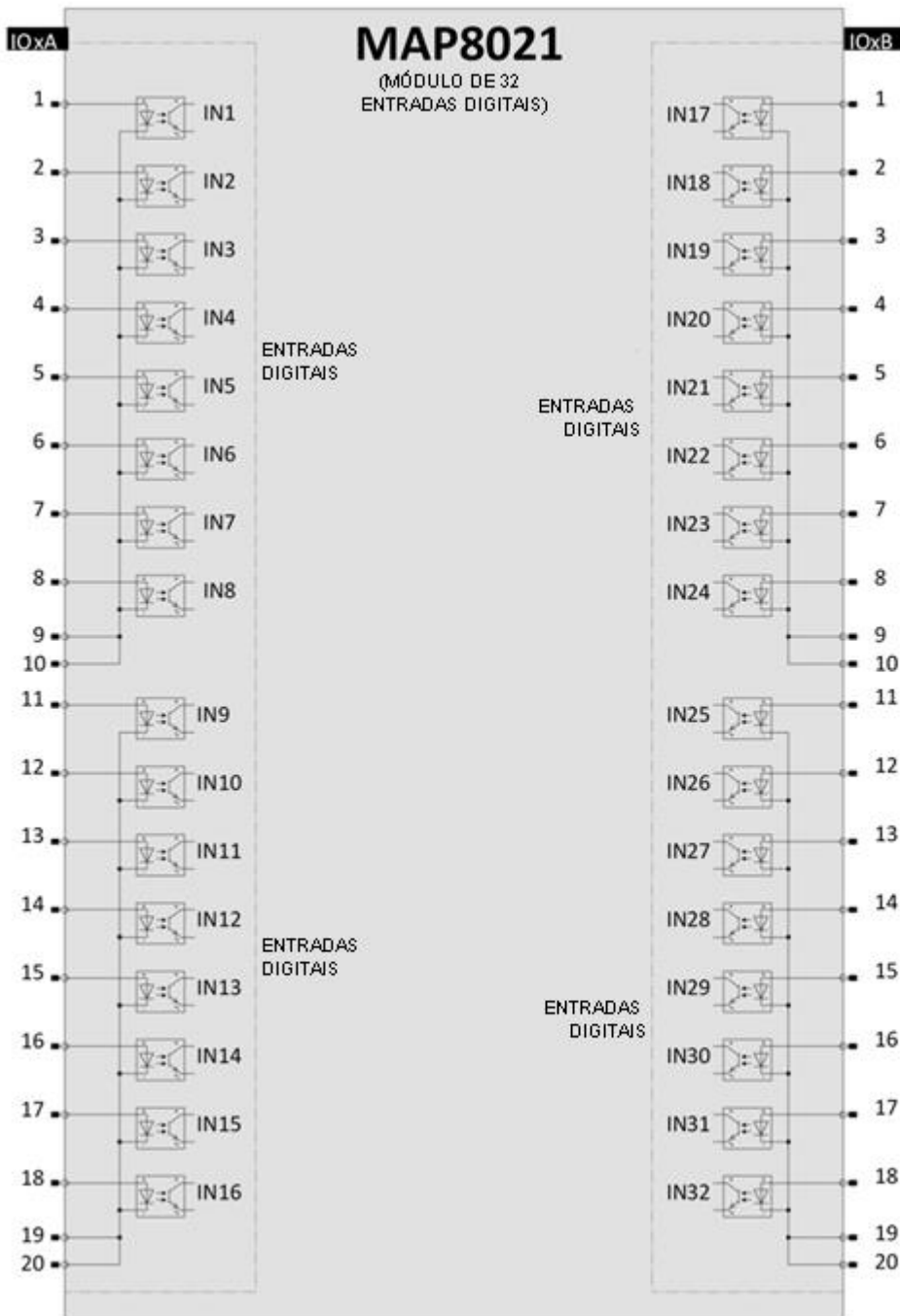


Figura 2.8. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8021.

Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8030

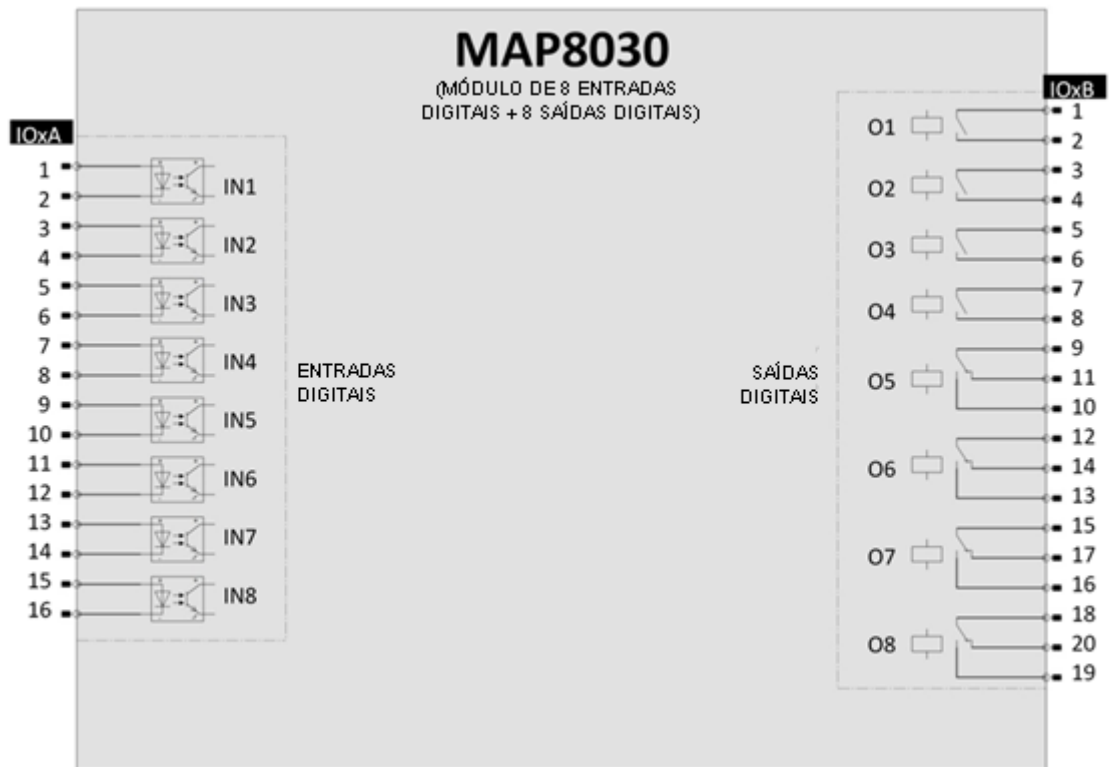


Figura 2.9. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8030.

Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8031

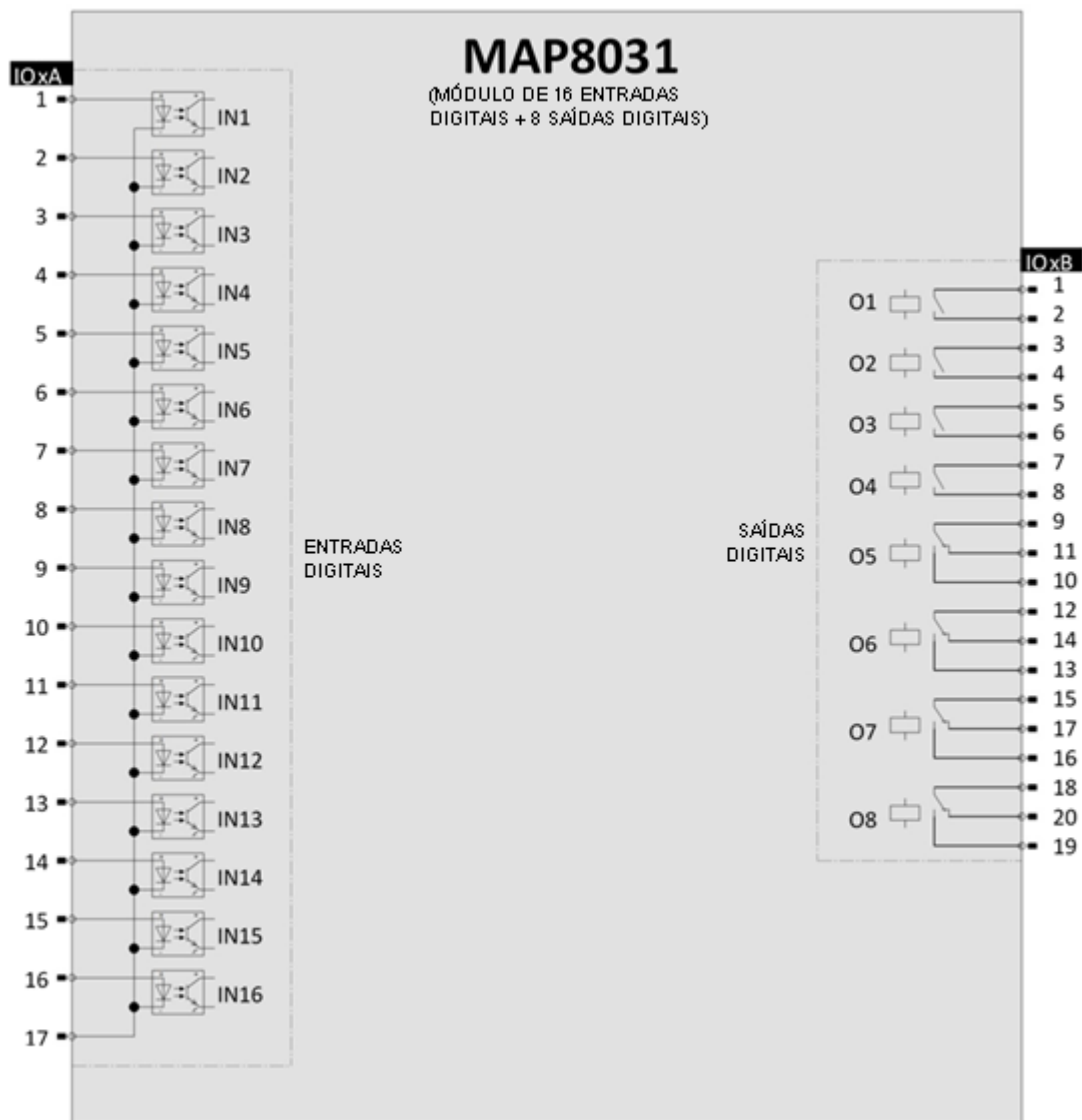


Figura 2.10. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8031.

Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8051

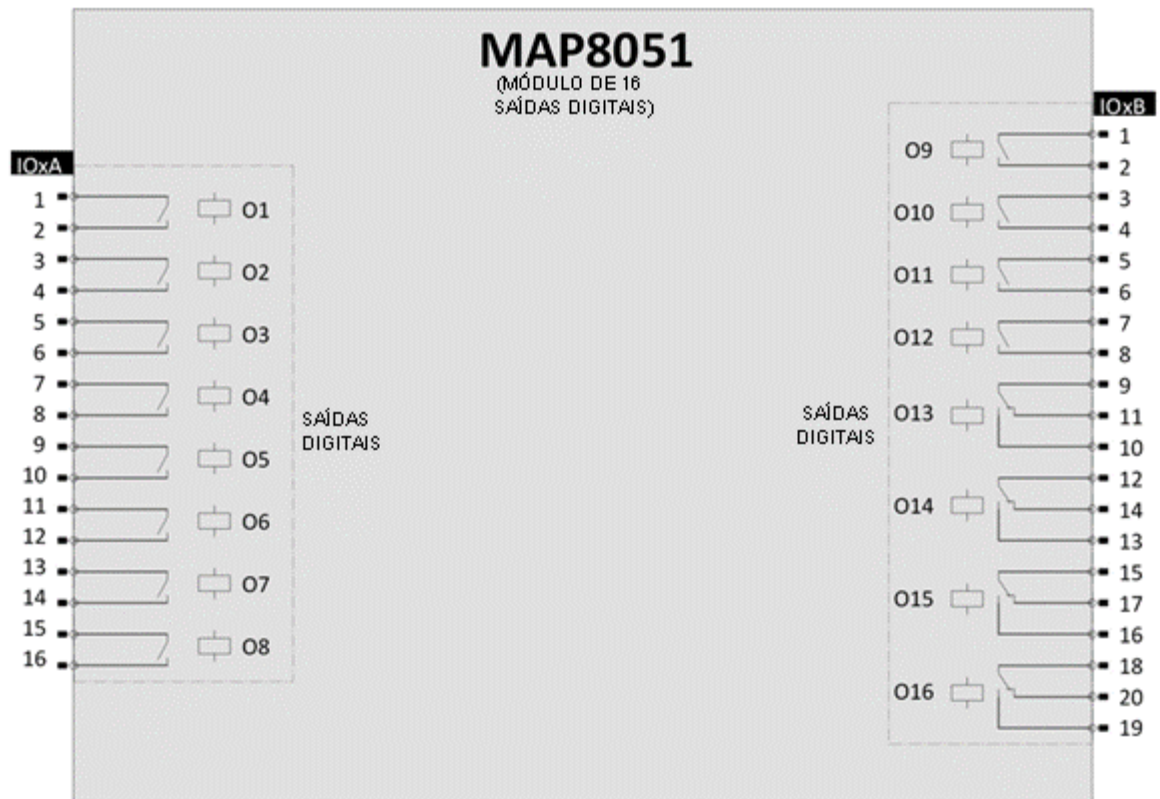


Figura 2.11. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8051.

Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8081

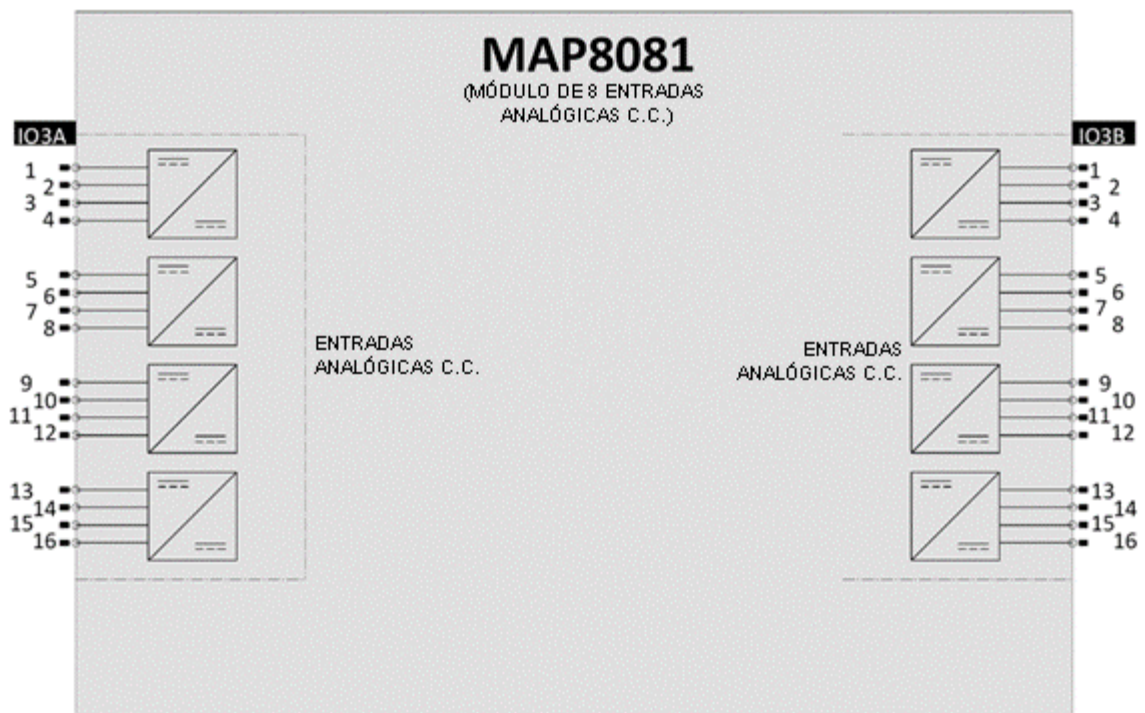


Figura 2.12. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8081.

Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8082



Figura 2.13. Diagrama de ligação do módulo de expansão MAP8082.

2.4.3 LIGAÇÃO DA FONTE DE 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 T450, 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 T450, 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 2.14. 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 sobrecorrentes 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 T450. A utilização incorreta de tensão de alimentação pode causar mau funcionamento e/ou danos na unidade.

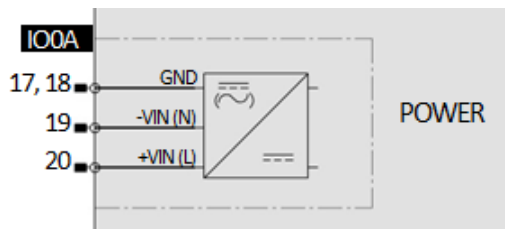


Figura 2.14. Ligações da fonte de alimentação da TPU T450.

2.4.4 LIGAÇÕES DE CORRENTE E TENSÃO



Os circuitos secundários dos transformadores de corrente devem ser curto-circuitados antes de ligar ou desligar os respetivos bornes na TPU T450! 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 incumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU T450, e causar eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.



É imperativo verificar os valores nominais das entradas de corrente c.a. e as entradas de tensão antes da colocação em funcionamento. Valores nominais incorretos podem causar avarias e/ou danos na unidade.

A capacidade térmica aceitável também deve ser verificada para cada um dos valores nominais de entrada, tanto para valores permanentes como temporários. Sujeitar as entradas analógicas a valores superiores aos especificados irá causar danos permanentes às entradas.

O incumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU T450, e causar eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.

Ligações Típicas para Entradas de Corrente c.a.

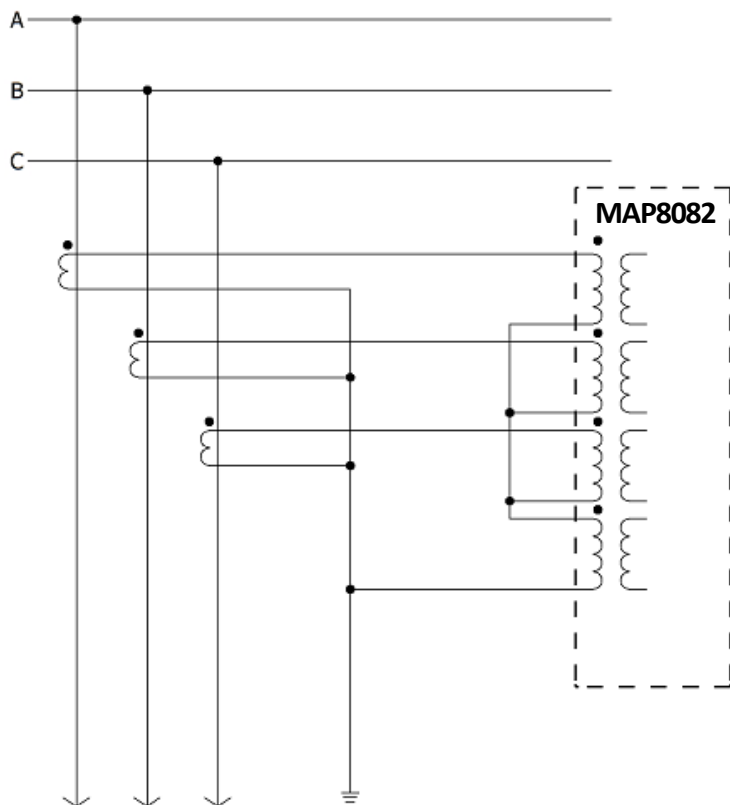


Figura 2.15. Primeiro exemplo de ligações de entradas de corrente.

A Figura 2.15 apresenta a ligação das entradas de corrente fase e terra, com corrente residual obtida através das correntes de fase por circuito de Holmgreen externo. Este tipo de ligação é comum para sistemas ligados à terra de baixa impedância.

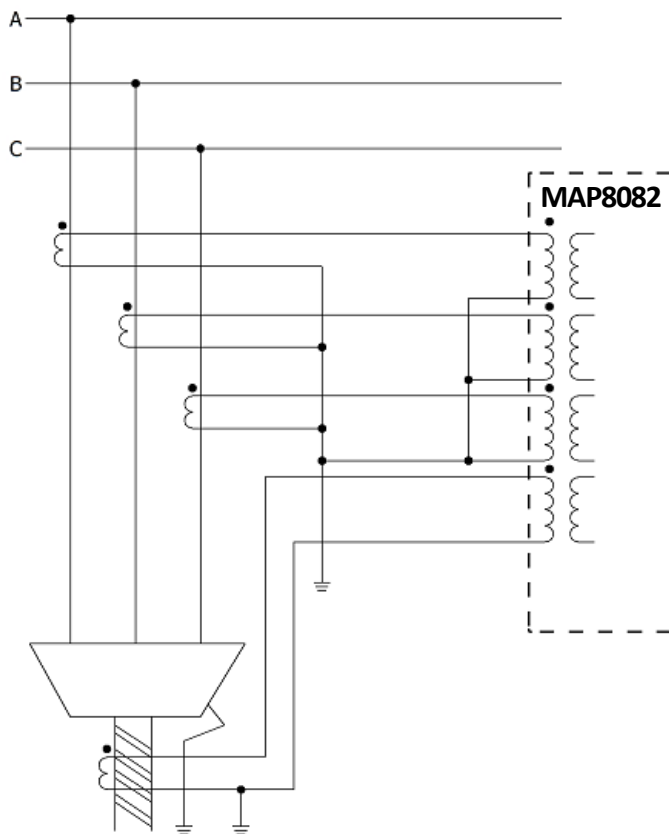


Figura 2.16. Segundo exemplo de ligações de entradas de corrente.

A Figura 2.16 apresenta a ligação das entradas de corrente fase e terra, quando é disponibilizado um transformador de corrente de neutro independente para a medição de corrente de terra. Este tipo de ligação é normalmente necessário no caso de redes isoladas ou compensadas e para detecção sensível de defeitos à terra.

Ligações Típicas para Entradas de Tensão c.a.

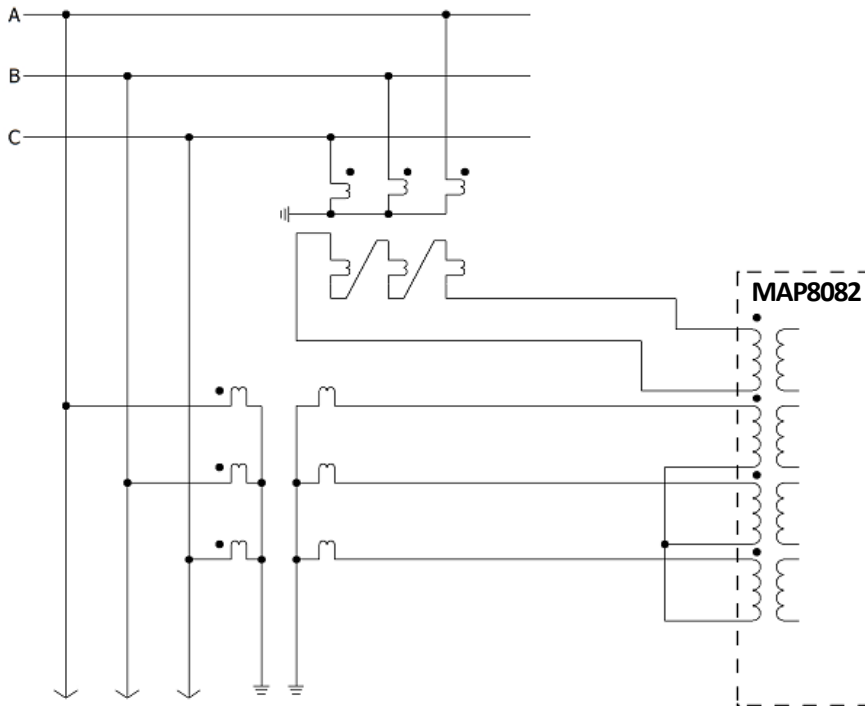


Figura 2.17. Primeiro exemplo de ligações de entradas de tensão.

A Figura 2.17 apresenta a ligação de três transformadores de tensão fase-neutro, com um enrolamento independente ligado em triângulo para medição de tensão residual. A quarta entrada de tensão pode oferecer polarização para proteção direcional contra defeitos à terra.

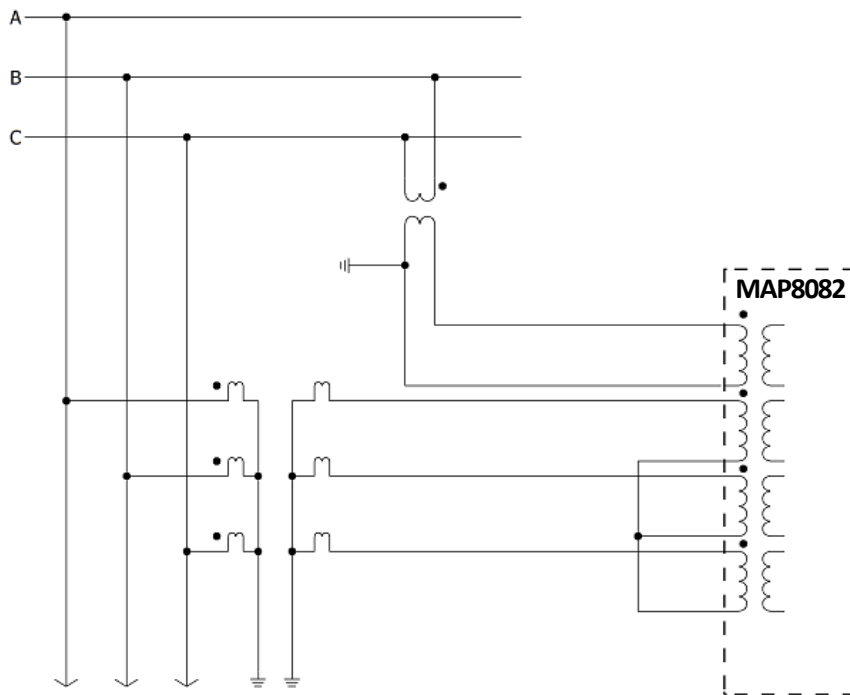


Figura 2.18. Segundo exemplo de ligações das entradas de tensão.

A Figura 2.18 apresenta a ligação de três transformadores de tensão fase-neutro e uma entrada de tensão fase-fase adicional para medição da tensão no barramento. A quarta ligação de tensão é necessária para aplicações de verificação de sincronismo. A polarização para proteção direcional contra defeitos à terra pode ser obtida a partir da soma interna de tensões fase-neutro.

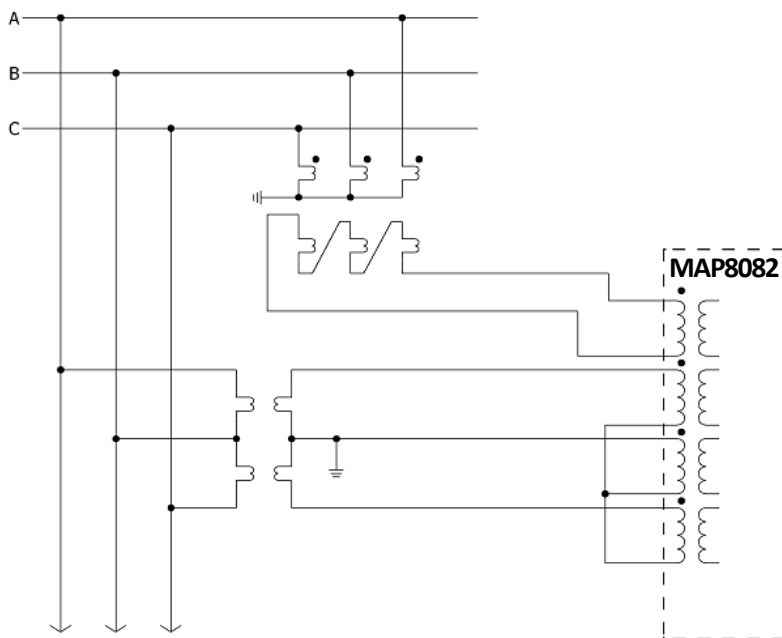


Figura 2.19. Terceiro exemplo de ligações de entradas de tensão.

A Figura 2.19 apresenta uma ligação de tensão alternativa, com três tensões fase-neutro obtidas a partir de dois transformadores de tensão fase-fase (circuito Aron). Um enrolamento independente em triângulo aberto é necessário para medição de tensão residual.

Tabela 2.9. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8082.

IO4			IO4		
1	Entrada CA 1	IN1A	13	Entrada CA 7	IN7A
2		IN1B	14		IN7B
3	Entrada CA 2	IN2A	15	Entrada CA 8	IN8A
4		IN2B	16		IN8B
5	Entrada CA 3	IN3A	17	Entrada CA 9	IN9A
6		IN3B	18		IN9B
7	Entrada CA 4	IN4A	19	Entrada CA 10	IN10A
8		IN4B	20		IN10B
9	Entrada CA 5	IN5A	21	Entrada CA 11	IN11A
10		IN5B	22		IN11B
11	Entrada CA 6	IN6A	23	Entrada CA 12	IN12A
12		IN6B	24		IN12B

Tabela 2.10. Tipo de entradas analógicas.

Opção	Entradas de corrente	Entradas de corrente sensíveis	Entradas de tensão
P	IN1, IN2, IN3, IN4, IN5, IN6, IN7, IN8, IN9, IN10, IN11, IN12	-	-
Q	IN1, IN2, IN3, IN4, IN5, IN6, IN7, IN8	-	IN9, IN10, IN11, IN12
S	IN1, IN2, IN3, IN4, IN5, IN6	IN4, IN8	IN9, IN10, IN11, IN12

2.4.5 LIGAÇÕES DAS 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 incumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU T450, e causar eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.

A TPU T450 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 galvanizado, sendo completamente independentes entre si. É também necessário garantir que a sua tensão de trabalho (e respetivo limiar de operação) estão de acordo com a tensão de controlo utilizada. Consultar Tabela 2.5 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 módulos de entrada/saída. Consultar a subsecção 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. São contactos normalmente abertos e do tipo *changeover*, conforme se pode ver nos diagramas de ligação.

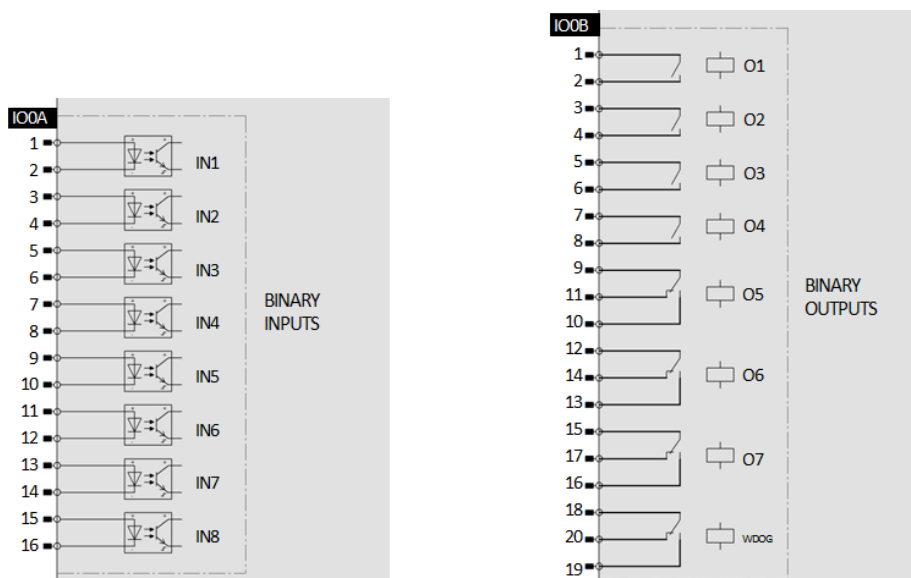


Figura 2.20. Ligações digitais I/O da TPU T450 (módulo básico).

Tabela 2.11. Distribuição dos pinos para a carta base MAP8011.

IO 0A			IO 0B		
1	Entrada Digital 1	+	1	Saída Digital 1	Normalmente aberto
2		-	2		
3	Entrada Digital 2	+	3	Saída Digital 2	Normalmente aberto
4		-	4		
5	Entrada Digital 3	+	5	Saída Digital 3	Normalmente aberto
6		-	6		
7	Entrada Digital 4	+	7	Saída Digital 4	Normalmente aberto
8		-	8		
9	Entrada Digital 5	+	9	Saída Digital 5	Comum
10		-	10		
11	Entrada Digital 6	+	11		
12		-	12	Comum	
13	Entrada Digital 7	+	13	Saída Digital 6	Normalmente aberto
14		-	14		
15	Entrada Digital 8	+	15	Saída Digital 7	Comum
16		-	16		
17	Terra		17		
18			18	Comum	
19	Fonte de alimentação	-	19	Watchdog	Normalmente aberto
20		+	20		

Tabela 2.12. Atribuição de pinos para a 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	Não ligado		17	Não ligado	
18	Não ligado		18	Não ligado	
19	Não ligado		19	Não ligado	
20	Não ligado		20	Não ligado	

Tabela 2.13. Atribuição de pinos para a 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 2.14. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8030.

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

Tabela 2.15. Atribuição de pinos para a 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 aberto
2	Entrada Digital 2	+	2		
3	Entrada Digital 3	+	3	Saída Digital 2	Normalmente aberto
4	Entrada Digital 4	+	4		
5	Entrada Digital 5	+	5	Saída Digital 3	Normalmente aberto
6	Entrada Digital 6	+	6		
7	Entrada Digital 7	+	7	Saída Digital 4	Normalmente aberto
8	Entrada Digital 8	+	8		
9	Entrada Digital 9	+	9	Saída Digital 5	Comum
10	Entrada Digital 10	+	10		Normalmente aberto
11	Entrada Digital 11	+	11		Normalmente fechado
12	Entrada Digital 12	+	12	Saída Digital 6	Comum
13	Entrada Digital 13	+	13		Normalmente aberto
14	Entrada Digital 14	+	14		Normalmente fechado
15	Entrada Digital 15	+	15	Saída Digital 7	Comum
16	Entrada Digital 16	+	16		Normalmente aberto
17	Comum	-	17		Normalmente fechado
18	Não ligado		18	Saída Digital 8	Comum
19	Não ligado		19		Normalmente aberto
20	Não ligado		20		Normalmente fechado

Tabela 2.16. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8051.

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

2.4.6 LIGAÇÕES DE ENTRADA ANALÓGICA C.C.



É obrigatório verificar os valores nominais das entradas analógicas c.c. antes de serem colocadas em funcionamento. Valores nominais incorretos podem causar avarias e/ou danos permanentes na unidade.

A capacidade térmica aceitável também deve ser verificada para cada um dos valores nominais de entrada, tanto para valores permanentes como temporários. Sujeitar as entradas analógicas a valores superiores aos especificados poderá causar danos permanentes às entradas.

O incumprimento destas recomendações pode pôr em perigo o correto funcionamento da TPU T450 e causar danos ao pessoal e/ou ao equipamento.

Tabela 2.17. Atribuição de pinos para a carta de expansão MAP8081.

IO xA (x = 3)			IO xB (x = 3)		
1	Entrada CC 1	Alta Tensão (+)	1	Entrada CC 5	Alta Tensão (+)
2		Baixa Tensão (+)	2		Baixa Tensão (+)
3		Corrente (+)	3		Corrente (+)
4		Comum (-)	4		Comum (-)
5	Entrada CC 2	Alta Tensão (+)	5	Entrada CC 6	Alta Tensão (+)
6		Baixa Tensão (+)	6		Baixa Tensão (+)
7		Corrente (+)	7		Corrente (+)
8		Comum (-)	8		Comum (-)

9		Alta Tensão (+)	9		Alta Tensão (+)
10	Entrada CC 3	Baixa Tensão (+)	10	Entrada CC 7	Baixa Tensão (+)
11		Corrente (+)	11		Corrente (+)
12		Comum (-)	12		Comum (-)
13	Entrada CC 4	Alta Tensão (+)	13	Entrada CC 8	Alta Tensão (+)
14		Baixa Tensão (+)	14		Baixa Tensão (+)
15		Corrente (+)	15		Corrente (+)
16		Comum (-)	16		Comum (-)

2.4.7 LIGAÇÕES DE REDE DE ÁREA LOCAL

Interface de Ethernet

A TPU T450 está equipada com uma interface de comunicação de *Ethernet* simples e uma dupla para serem conectadas a duas redes Ethernet. A interface dupla utiliza as portas físicas ETH1 e ETH2 e a interface simples é associada à porta física ETH3. O tipo de meio é independentemente selecionado pela interface e pode ser 10/100BASE-TX ou 100BASE-FX.

A opção de porta em cobre utiliza conectores RJ-45 e cabo UTP ou STP Cat.5/Cat.6.

A opção de fibra ótica suporta fibra ótica de vidro multimodo (62,5/125 μm ou 50/125 μm) pela utilização de módulos SFP equipados com conectores tipo LC Duplex. O comprimento de onda é de 1300 nm para 100 Mbps. O comprimento da fibra pode ser de até 2000 m, dependendo do módulo SFP utilizado. Os conectores de fibra ótica são fornecidos com capas protetoras para evitar a entrada de pó e contaminação dos componentes óticos. As capas podem ser removidas facilmente.

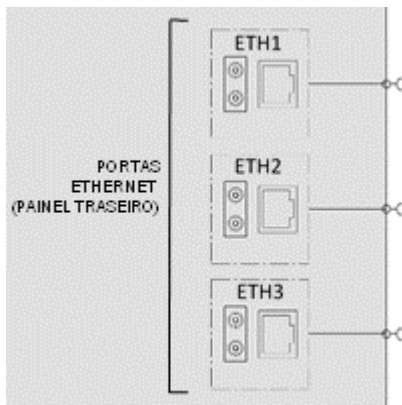


Figura 2.21. Ligações da interface Ethernet.

Luzes LED da Interface Ethernet

No painel traseiro da TPU T450, junto da interface Ethernet, existem dois LED para sinalizar o estado da ligação à rede Ethernet, descrita na Tabela 2.18. As luzes LED exteriores são visíveis no painel traseiro da TPU T450.

Tabela 2.18. Luzes LED da Interface Ethernet.

LED	Cor	Transcetor	Indicação
LNK	Verde	TP1, FO1	Estado de ligação
ACT	Amarelo	TP2, FO2	Atividade (Transmissão/Receção de pacotes)

2.4.8 INTERFACE DE SERVIÇO FRONTAL

A Interface de Serviço Frontal de Ethernet é dedicada à comunicação com a aplicação Automation Studio a executar num PC para configurações, alterações de parâmetros, recolha de dados e atualização de firmware da TPU T450.

2.4.9 PORTAS SÉRIE

A TPU T450 oferece até três portas série (COM1 a COM3) e uma entrada IRIG-B (COM4) localizadas na parte traseira da unidade. As portas série fornecem isolamento galvânico e proteção contra descargas eletroestáticas. A TPU T450 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 quatro 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

Esta interface fornece uma ligação série a RS-232 ou ligação a barramento RS-485. A velocidade de comunicação máxima suportada é de 57600 baud. Esta interface série tem isolamento galvânico e imunidade contra descargas eletroestáticas.

Tabela 2.19. Atribuição de pinos para portas série RS-232/RS-485.

COM1 a COM3	RS232	RS485
1	Não ligado	Não ligado
2	RxD (Input Receive Data)	DATA-
3	TxD (Output Transmit Data)	Não ligado
4	Não ligado	Não ligado
5	GND (Ground)	GND
6	Não ligado	Não ligado
7	RTS (Output Request To Send)	DATA+
8	CTS (Input Clear To Send)	Não ligado
9	Não ligado	Não ligado

Sincronização de IRIG-B

COM4	IRIG-B, opção galvânica
1	Não ligado
2	Não ligado
3	Entrada de Nível 5 V
4	Entrada de Nível 12 V
5	GND (Ground)
6	Não ligado
7	Entrada de Nível 24 V
8	Não ligado
9	Não ligado

Interface para Fibra Ótica

Existem duas opções em fibra ótica: fibra ótica de plástico, com conector de encaixe, para ligações até 45 m; ou fibra ótica de vidro, com conector ST, para ligações até 1700 m. Este tipo de portas pode ser utilizado numa configuração ponto a ponto ou em anel. São fornecidas tampas protetoras para os conectores de modo a protegê-los do pó ou outros agentes ambientais.

A grey square graphic containing the text "Capítulo" in black and the number "3" in a 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.....	3-14

Número total de páginas do capítulo: 17

3.1 HMI LOCAL

3.1.1 DESCRIÇÃO DO PAINEL FRONTAL

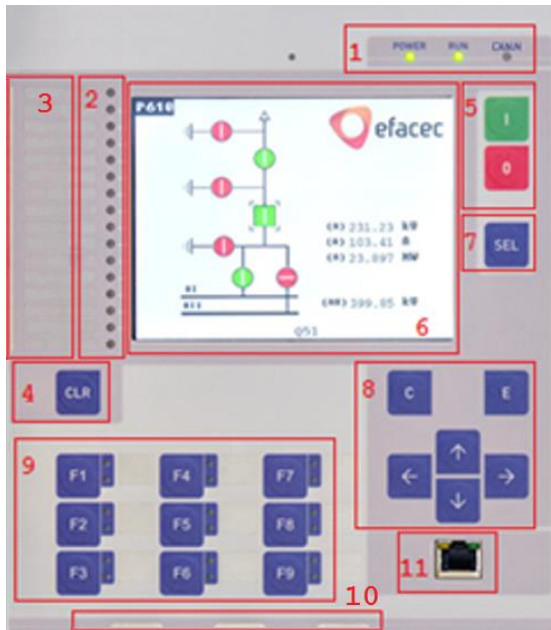
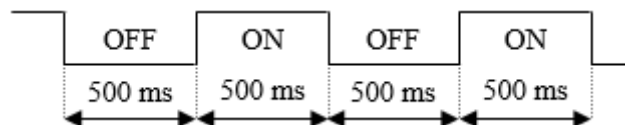


Figura 3.1. Painel frontal e Interface Homem-Máquina Local.

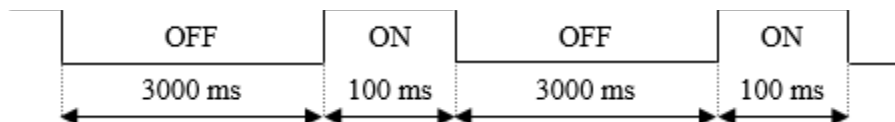
1) LEDs de estado:

LEDs utilizados para representar o estado da unidade.

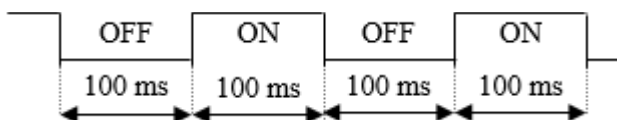
- ◆ LED POWER (verde) estático quando a unidade está energizada.
- ◆ LED RUN indica o funcionamento do dispositivo (verde OK; laranja AVISO; vermelho ALARME) e pisca ou não dependendo da configuração. O LED RUN pode piscar de forma diferente de acordo com os seguintes modos:
 - Padrão de intermitência de acordo com as configurações do utilizador (modo normal);



- Padrão de intermitência de acordo com as configurações de fábrica (configuração vazia);



- Padrão de intermitência do modo teste.



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

2) LEDs de alarme:

LEDs associados ao estado atual de cada alarme programável.

3) Janelas descritivas de alarme:

Janelas associadas à etiqueta descritiva em papel de cada alarme programável.

4) Tecla CLR:

Tecla que permite apagar alarmes ativos.

5) Teclas funcionais:

Teclas utilizadas para operar objetos selecionados numa página de mímico.

6) LCD:

Ecrã gráfico a cores (640x480 pixéis).

7) Tecla de seleção:

Tecla utilizada para entrar no modo Mímico e selecionar objetos numa página de mímico.

8) Teclas de Navegação:

Teclas que permitem a navegação entre menus, a seleção de opções e comandos, bem como a alteração de parâmetros.

9) Teclas Funcionais:

Teclas programáveis que podem assumir diferentes funções dependendo da configuração.

10) Janelas descritivas de teclas funcionais:

Janelas associadas a cada etiqueta descritiva de papel de tecla programável.

11) Acesso Local:

Porta Ethernet utilizada 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 ARRANQUE

Durante a sequência de arranque, a 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 está energizada, o LED POWER e o LED COMM ficarão acesos com a cor amarela e o LED RUN mostrará a cor laranja. Todos os outros LED ficarão no estado desligado, indicando que a unidade está no modo de arranque, como mostrado na Figura 3.2.



Figura 3.2. Interface Homem-Máquina local em modo de arranque.

Se o procedimento do modo de arranque ocorrer sem problemas, o LCD mostrará o logo EFACEC e todos os alarmes e as teclas funcionais estarão ligados enquanto os LED RUN e COMM estarão desligados, como mostrado na Figura 3.3.



Figura 3.3. Interface Homem-Máquina local enquanto aguarda a conclusão da sequência de arranque.

A unidade permanecerá neste estado até a conclusão da sequência de arranque. No caso de falha, a interface local irá mostrar a causa numa mensagem e o LED RUN irá acender-se com a cor vermelha (Figura 3.4). Se a falha é no hardware principal, apenas o LED RUN alterará o seu estado, como mostrado na Figura 3.5.

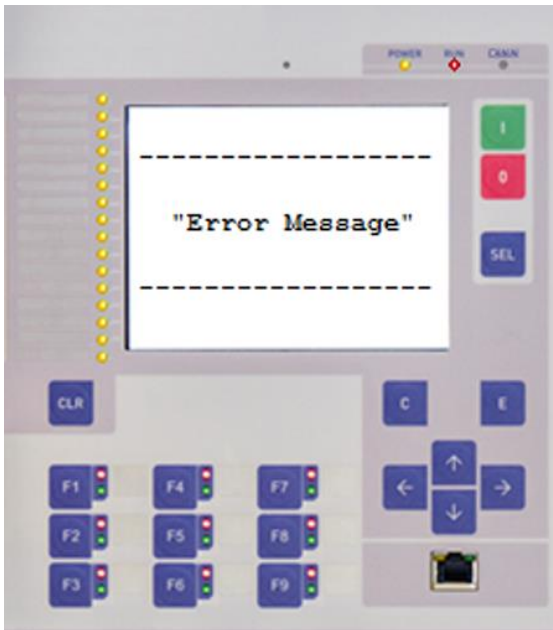


Figura 3.4. Interface Homem-Máquina local a mostrar a mensagem que indica a razão da falha de arranque.



Figura 3.5. Interface Homem-Máquina local com o LED RUN vermelho a marcar uma falha completa do hardware principal.

Durante o arranque normal, o LCD mudará do logo EFACEC para a primeira página de mímico ou para o menu principal se foi executada nova configuração ou atualização de firmware. Além disso, o LED POWER irá mostrar a cor verde, o LED RUN irá refletir o estado do dispositivo (verde OK; laranja AVISO; vermelho ALARME) e o LED COMM mostrará o estado atual de comunicações. Os LED dos alarmes e das teclas funcionais mudarão para refletir a sua configuração e entidades com as quais estão associados. A Figura 3.1 representa a conclusão do processo de arranque normal.

3.1.3 TECLADO

A cada tecla são 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, tais como:

- ♦ 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 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 ou para baixo durante a edição de um parâmetro. Isto fará aumentar a taxa das mudanças de parâmetros, tornando a edição mais intuitiva.

Teclas de Navegação



Navegar no menu para cima.

Aumentar o valor de um parâmetro selecionado.

Navegar pelas listas de opções.

Navegar para a próxima página de mímico.



Navegar no menu para baixo.

Diminuir o valor de um parâmetro selecionado.

Navegar pelas listas de opções.

Navegar para a página de mímico anterior.



Navegar para a direita durante a edição de parâmetros.



Navegar para a esquerda durante a edição de parâmetros.



Ir para o menu selecionado.

Iniciar e terminar o processo de alteração 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.

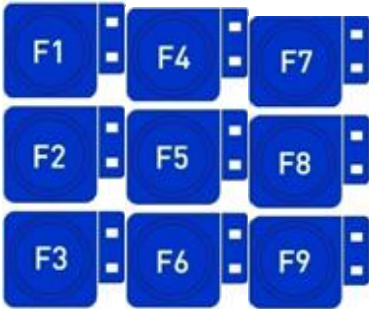
Anular um comando.

Tecla para reconhecer o alarme



Reconhecimento de alarmes ativos. Se o estado lógico das entidades associadas a um alarme está inativo, o LED correspondente será desligado.

Teclas funcionais



O modo de operação associado a cada tecla é programável.

O modo de operação da tecla dependerá se a tecla estiver configurada como:

- ◆ Tecla de Estado
- ◆ Tecla de Controlo
- ◆ Tecla de Estado e Controlo
- ◆ 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 no modo Mímico.

Selecionar um objeto controlável numa página de mímico.

Teclas de comando



Operar um objeto selecionado para uma página de mímico.

3.1.4 MENU

O LCD presente na unidade pode ser utilizado no modo Menu, que mostrará a informação no formato menu e oferecerá uma gama de funcionalidades, juntamente com teclas de navegação, tais como editar parâmetros, alterar entre opções e permitir o envio de comandos à unidade e ver se esses comandos estão a ser executados ou bloqueados.

Formato do Menu

O formato do menu foi criado 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 no menu em árvore.

A Figura 3.6 apresenta a aparência de um menu típico, neste caso, a primeira página do Menu Principal.

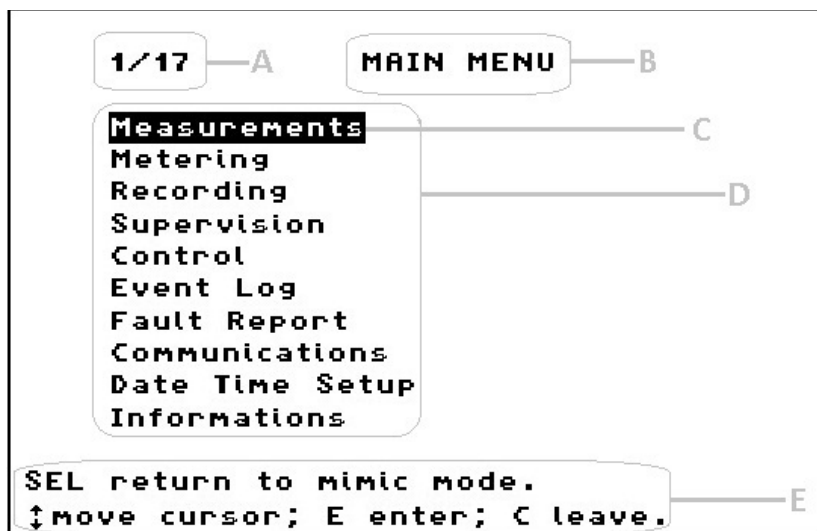


Figura 3.6. Interface do Menu: Aparência do Menu Principal.

(A) e (B) dão informação sobre o menu atual, tal 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 que existem, no total, dezassete elementos navegáveis que podem ser acedidos neste menu. O título do menu é **Main Menu**.

A barra de seleção (C) é utilizada para identificar o objeto selecionado e pode ser identificada com a linha do menu com a cor invertida, relativamente à exibição restante. Através da árvore de menu, um objeto selecionado pode variar de um novo menu navegável a um parâmetro editável ou opção ou comando que possa ser atribuído. As linhas no menu que não permitem seleção são apenas de leitura ou estão protegidas com um nível de acesso particular, que previne que um utilizador de nível inferior tome consciência de que são editáveis ou um objeto selecionável.

O conteúdo do menu (D) é constituído por um grupo de objetos, cujos significados variam dependendo do menu selecionado. Podem ser apenas informações fornecidas, novo menus navegáveis, parâmetros editáveis, opções ou comandos, entre outros.

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

Navegação no Menu

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, e mover a seta de seleção para o item que se pretende aceder. Existem menus constituídos por diversas páginas, assim, atingindo a primeira ou última linha do conteúdo do menu, é possível ir, respetivamente, para a página anterior ou seguinte.

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

Edição no Menu

Para iniciar a edição de parâmetros:

- A. Aceder ao Menu com o(s) parâmetro(s) a ser alterados 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.

Até este momento, uma de duas situações pode acontecer, a edição de parâmetros pode começar no ponto em que o parâmetro começa a piscar ou a autenticação será exigida. 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. Na Tabela 7.1 podemos ver as permissões para cada ID de acesso.

No caso de autenticação, o utilizador será redirecionado para o menu **Authentication** e o procedimento descrito na subsecção Iniciar Sessão terá de ser realizado.

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/password for inválida, aparecerá um menu fornecendo essa informação e contendo a opção C para voltar a tentar. A qualquer momento, o utilizador pode pressionar C para cancelar a autenticação ou edição.

É importante referir que depois da autenticação, não será necessário fazê-la novamente na mesma sessão. Esta termina quando é ativado o modo proteção de ecrã/hibernação ou quando o utilizador seleciona a opção **Quit** no menu **Security**.

Depois da autenticação, continua-se com 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, movendo-a até encontrar a opção pretendida;
- E. Pressionar E para terminar a edição.

Enquanto 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, deve pressionar a tecla C como se pretendesse retroceder para o menu anterior e, depois de pedido, pressionar a tecla E para aceitar as alterações ou a tecla C para cancelar as alterações.

Durante a edição, a TPU T450 irá utilizar o grupo mais recente de dados válidos e só depois do utilizador confirmar os novos parâmetros a unidade será atualizada. O sucesso deste procedimento pode ser confirmado se o menu apresentar novos valores; caso contrário, irá apresentar os valores originais.



Quando as mudanças são aceites, todas as definições no menu serão aplicadas por isso, garanta que todas as alterações foram realizadas antes de as aceitar. Não edite ou aceite alterações para um parâmetro de cada vez.

Menu Principal

A TPU T450 é dotada de uma interface intuitiva, organizada em menus. Quando a unidade inicia, o **Main Menu** pode ser mostrado ao pressionar a tecla E, o que permite aceder a todos os outros menus através do item respetivo. Este menu é mais longo que uma página e exige, assim, alternar entre páginas para consultar o conteúdo completo.

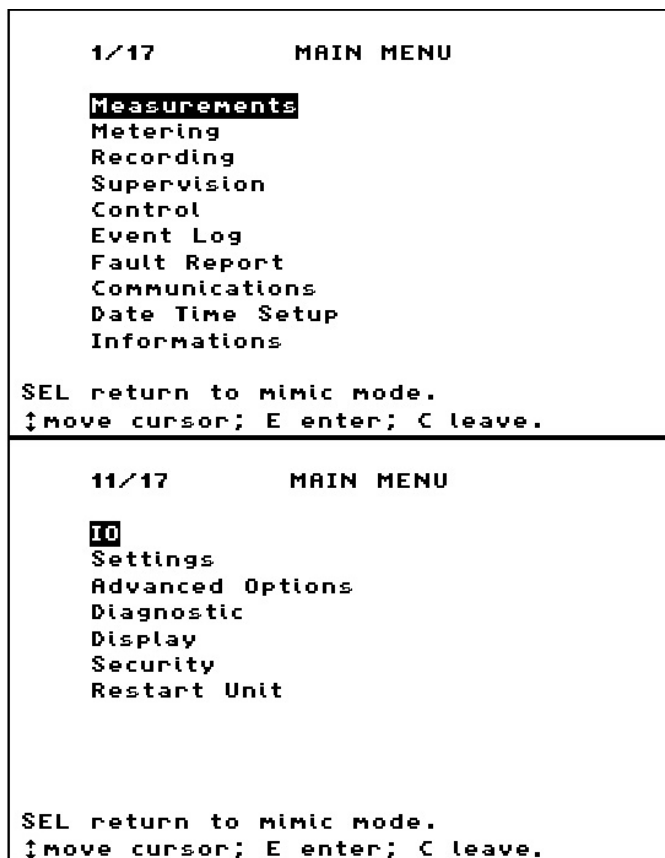


Figura 3.7. Menu Principal.

Em seguida, descrevem-se os submenus presente no **Main Menu**.

◆ **Measurements / Metering / Recording / Supervision / Control:**

Cada um destes menus é composto por informação relevante de funções incorporadas e o seu formato varia de acordo com o número de funções presentes na configuração. Além disso, ao navegar nos menus, é possível encontrar várias saídas, identificadas pela tecla de seleção, nas quais é possível para o utilizador executar um controlo.

Para informações mais detalhadas sobre estes menus, consultar as secções 7.7 - Funções Integradas - Visualização e 7.8 - Funções Integradas - Controlos. Para informações mais detalhadas sobre funções incorporadas disponíveis, por favor, consultar o capítulo 5 - Funções de Aplicação.

◆ **Event Log**

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

◆ **Fault Report**

Informação e operações referente ao módulo de Relatório de Defeitos. Para mais informações sobre os elementos e operações suportados neste menu, consultar a secção 7.15 - Relatório de Defeitos. Para obter mais informações sobre o módulo de Relatório de Defeitos, consultar a secção 4.8 - Relatório de Defeitos.

◆ **Communications**

Disponibiliza informação sobre a Rede e o Acesso Local. Para mais informações, consultar a secção 7.4 - Configuração da Rede.

◆ **Date Time Setup**

A data atual e hora podem ser visualizadas e editadas. Para mais informações, consultar a secção 7.5 - Configuração da Data e Hora.

◆ **Informations**

Informações importantes relacionadas com a TPU T450. Para mais informações, consultar a secção 7.3 - Informações sobre o Dispositivo.

◆ IO

Contém informações gerais relacionadas com todas as cartas de I/O da unidade, tais como números de série e o número de tensões, correntes, entradas e saídas digitais para cada carta. Uma lista de Cartas de I/O Digitais e Analógicas da unidade pode ser também encontrada aqui. Ao seleccionar uma carta digital, o utilizador pode visualizar o estado das respetivas entradas e saídas. Para as cartas analógicas, o utilizador pode verificar se a carta está calibrada (OK) ou não (NOK) e o motivo da sua não calibração.

Para mais informações, por favor, consultar a secção 7.6 - Diagnóstico e Informações de I/O.

◆ Settings

Parametrisação de todas as funções incorporadas e de utilizador, seleção do grupo ativo para cada dispositivo lógico e configuração do modo de dispositivo lógico.

Para mais informações, consultar as secções 7.9 - Parâmetros Operacionais, 7.10 - Grupo de Parâmetros Ativo e 7.11 - Modo de Dispositivo Lógico. Para informações mais detalhadas sobre funções de firmware disponíveis e as suas configurações, consultar o capítulo 5 - Funções de Aplicação

◆ Advanced Options

Opção para restaurar configurações de fábrica, restaurar parâmetros operacionais de fábrica e apagar os registos no dispositivo. Para obter mais informações sobre estas opções, consultar as secções 7.17- Apagar Registos, 7.12 - Restaurar Configurações de Fábrica e 7.13 - Restaurar Parâmetros Operacionais de Fábrica.

◆ Diagnostic

Os testes suportados pela TPU T450 estão agrupados aqui. Para mais informações, consultar a secção 7.21 - Diagnóstico e Testes.

◆ Display

Opções para personalizar a visualização, tais como:

- **Language:** seleccionar a partir dos idiomas suportados;
- Tempo de **Screensaver:** tempo que a unidade tem de estar em espera para a proteção de ecrã ser iniciada;
- Tempo de **Hibernation:** tempo que a unidade está no modo proteção de ecrã até entrar no modo de hibernação;
- **Brightness:** nível de luminosidade do ecrã gráfico (1-10).

Neste menu também é possível aceder ao menu **Diagnostic** que contém testes para o ecrã, para todas as teclas e LED. Cada teste inclui instruções de como ser iniciado e finalizado.

◆ Security

Aqui é possível aceder ao menu **Authentication** e ao menu **Change Password** onde o utilizador pode iniciar uma sessão de segurança ou alterar a password para um nível de acesso ID. Para mais informações sobre isto, por favor, consultar a secção 7.1 - Gestão de Utilizadores.

◆ Reiniciar Unidade

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

3.1.5 Mímico

A TPU T450 suporta a configuração de até seis páginas de mímicos onde informações adicionais podem ser adicionadas para consulta, e objetos podem ser configurados como controláveis. Ao aceder a uma página de mímico, a unidade entra no modo Mímico.

Página de Mímico

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

Navegação no Mímico

Por defeito, a TPU T450 inicia no modo Mímico a não ser que tenha sido realizada uma atualização de firmware ou instalação de configuração. Caso contrário, o modo Mímico pode ser ativado ao pressionar a tecla de seleção SEL, pelo que o LCD

mostrará a primeira página de mímico se esta for a primeira vez a entrar no modo, ou a última página de mímico acedida se não for. Através 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 de Mímico

Os objetos na página de mímico, configurados como controláveis, podem ser operados ao utilizar as teclas de comando para executar um comando. Tendo isto em mente, realize o seguinte:

- A. Entrar no modo Mímico;
- B. Aceder à página desejada através do procedimento descrito anteriormente;
- C. Pressionar a tecla de seleção SEL, tantas vezes quanto necessário, para selecionar o objeto desejado;
- D. Pressionar a tecla de comando que executa a ordem desejada.

Se a ordem não for bem-sucedida, a razão da falha irá aparecer na página de mímico.

3.1.6 PROTEÇÃO DE ECRÃ E HIBERNAÇÃO

Se a unidade estiver inativa por um tempo configurável (1 a 60 min), a proteção de ecrã irá ser ativada e a visualização rodará, automaticamente, entre as páginas de mímico configuradas. Após se encontrar em Modo Proteção de Ecrã por uma quantidade de tempo configurável (1 a 60 min), o modo de hibernação será ativado, o ecrã será reiniciado para o menu principal e a luz do LCD será desligada. Ao configurar o tempo de proteção de ecrã para zero minutos, a unidade entrará no modo hibernação diretamente após estar em espera pelo tempo configurado de hibernação.

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

3.2 HMI WEB

A TPU T450 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 de uma das portas Ethernet traseiras. 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 T450. Este IP pode ser para a porta Ethernet local que por defeito é: 192.168.0.100, ou para uma das portas Ethernet traseiras, dependendo de qual o utilizador tem acesso. O endereço IP para cada porta Ethernet traseira dependerá da configuração.

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

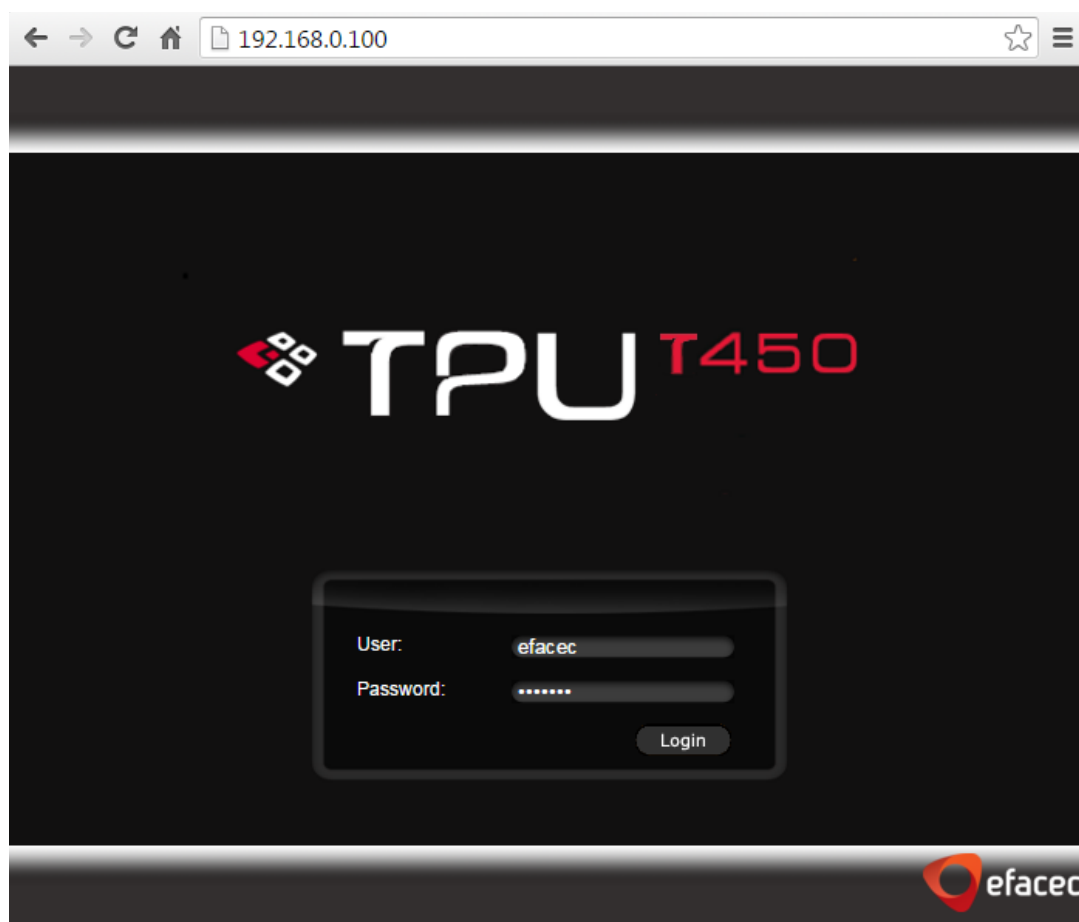


Figura 3.8. Janela de Login.

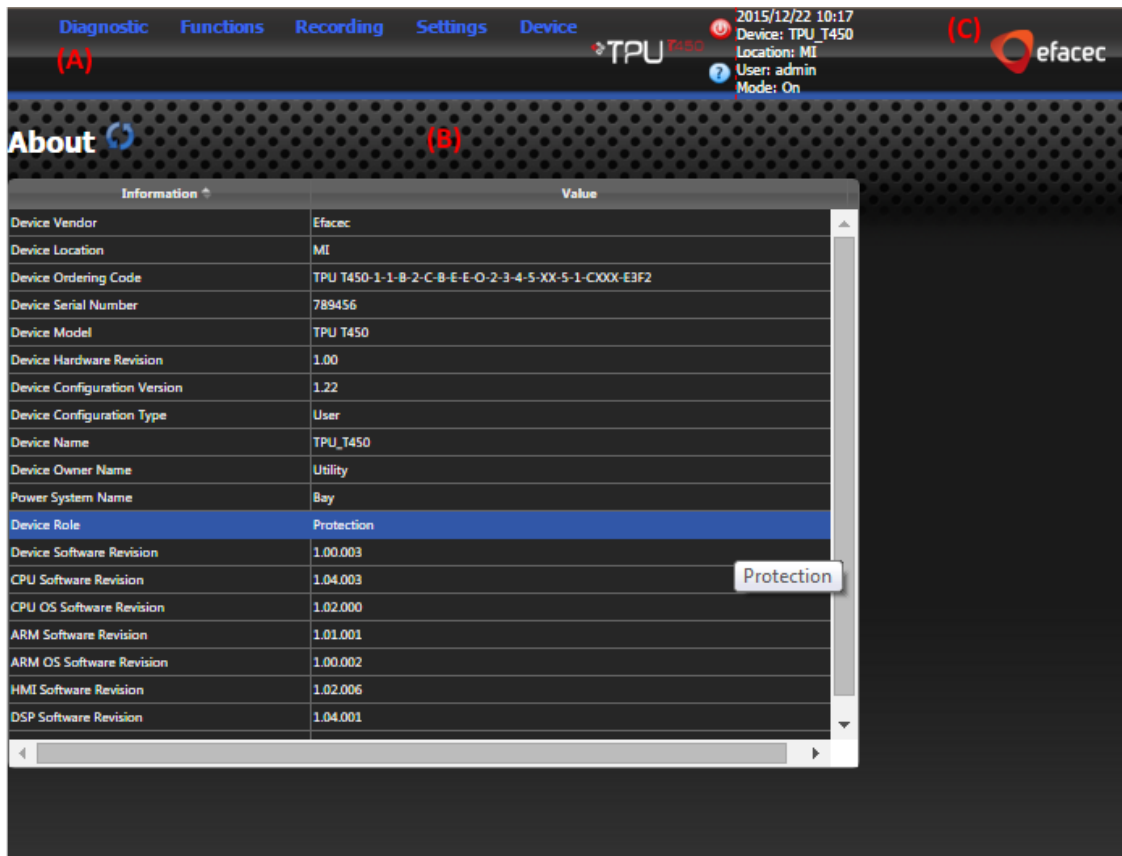




Figura 3.9. Primeiro contacto.

3.2.2 LAYOUT

Na Figura 3.9 mostra como o servidor web está organizado em três áreas distintas:

- ◆ **(A) Navegação:** A página inicial contém um menu no topo do ecrã onde se localizam os menus principais;
- ◆ **(B) Conteúdo:** Grande área central onde a informação do menu atual é exibida;
- ◆ **(C) Barra de Estado:** Fornece informações sobre a versão de firmware da TPU T450, bem como a hora e data local. O utilizador atual também é exibido.

Além disso, também é possível aceder aos seguintes menus:

-  Menu Ajuda;
-  Menu Shutdown.

Em alguns menus, as informações podem ser atualizadas ao selecionar o botão atualizar:



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

3.2.3 CONTEÚDOS

O menu de navegação consiste nos menus principais, nos quais é possível aceder a todas as informações relevantes da TPU T450. Estes 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.

◆ **Funções**

Informações relevantes sobre funções incorporadas, separadas nas seguintes categorias:

- Medidas
- Contagem
- Registos
- Supervisão
- Controlo

Para informações mais detalhadas sobre funções incorporadas disponíveis, por favor, consultar o capítulo 5 - Funções de Aplicação. Para saber como aceder à informação nestes menus, consultar a secção 7.7 - Funções Integradas - Visualização.

◆ **Registo**

Exibe todos os registos realizados pela TPU T450. Atualmente, o Relatório de Defeitos e o Registo de Eventos estão disponíveis. Para uma descrição mais detalhada do Relatório de Defeitos, por favor, consultar a secção 4.8 - Relatório de Defeitos e para uma descrição mais detalhada do Registo de Eventos, consultar a secção 4.7 - Registo de Eventos. Informações sobre como consultar e interpretar a informação fornecida neste menu, consultar a secção 7.15 - Relatório de Defeitos e a secção 7.14 - Registo de Eventos.

◆ **Parâmetros**

Os parâmetros da TPU T450 são agrupados aqui;

Atualmente, apenas os parâmetros operacionais estão disponíveis, bem como a informação sobre o grupo de parâmetros ativo e o modo de dispositivo lógico atual. Para mais informações detalhadas sobre funções incorporadas e as suas configurações, por favor, consultar o capítulo 5 - Funções de Aplicação. Sobre como aceder às informações neste menu, consultar as secções 7.9 - Parâmetros Operacionais, 7.10 - Grupo de Parâmetros Ativo e 7.11 - Modo de Dispositivo Lógico.

◆ **Dispositivo**

Atualmente composto pelos menus:

- **Sobre:** contém informação importante sobre as características da TPU T450.
- **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 - Informações sobre o Dispositivo.

3.2.4 MENU SHUTDOWN

Ao aceder ao menu de encerramento, o menu na Figura 3.10 surgirá com as opções de **Logout**, **Reboot** a TPU T450 e **Reset Configuration** ao restaurar a configuração de fábrica.

Para informações mais detalhadas sobre estas funcionalidades, consultar as secções 7.12 - Restaurar Configurações de Fábrica e 7.19 - Reiniciar o Dispositivo.

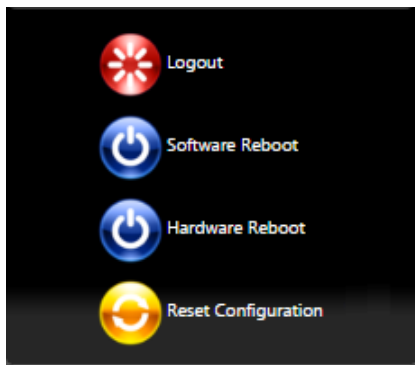


Figura 3.10. Menu de encerramento.



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 gray 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 T450, 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 de processo, incluindo as entradas analógicas e entradas e saídas digitais, assim como a descrição geral do dispositivo e informações 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 DE 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

Número total de páginas do capítulo: 61

4.1 TIPOS DE DADOS

Todas as informações de tempo real disponíveis na TPU T450 estão contidas numa base de dados interna que permite a troca de dados entre funções de aplicação incorporadas, interfaces do equipamento e módulos definidos pelo utilizador. Cada pedaço de informação (i.e. objetos de dados) corresponde a um dos tipos de dados suportados 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 Duplo
IntegerValue	INS, ENS	INT	Entidades de Estado Inteiro
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 Duplo Controláveis
IntegerControl	INC, ENC	INT CTRL	Entidades de Estado Inteiro Controláveis
IntegerStepPositionControl	ISC	ISTEP CTRL	Entidades de Controlo Inteiro de Posição
StepPositionControl	BSC	STEP CTRL	Entidades de Controlo Binário 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 sinais de disparo trifásicas. 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 ENTIDADES DE ESTADO

As entidades de estado correspondem a dados obtidos a partir do processo ou gerados internamente ao dispositivo, 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 da entidade 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 da 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 da entidade 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 da 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 da entidade 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 da 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 de estado do dado, depende do tipo de entidade específica:

- ◆ 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

Identificador	Valor	Valor digital	Descrição
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 ao campo **QUALITY** no caso de ser **INVALID** ou **QUESTIONABLE**, especificando o seu motivo. Os qualificadores possíveis são listados na Tabela 4.7. Pode estar ativo mais do que um qualificador simultaneamente. O seu uso específico é descrito ao longo do documento, sempre que aplicável. O campo **QUALITY** inclui também uma marca de **TEST** a indicar se a função responsável pela sua atualização está em modo 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 ainda ser 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 predefinida
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 dispositivo, sempre que os campos **VALUE** ou **QUALITY** são alterados (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 utilizado, por exemplo, 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. As opções possíveis do campo **ORIGIN** são listadas na Tabela 4.8. O valor por defeito deste campo, para todas as entidades **Digital**, **DoubleDigital** e **IntegerValue** é **NOT SUPPORTED**.

Tabela 4.8. Opções do campo ORIGIN.

Identificador	Valor	Descrição
NOT SUPPORTED	0	Não 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

As 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), caso em que o código do utilizador deverá 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 de multiplicador da unidade SI
RANGE	range	INT8	Gama na qual o valor do dado atual está inserido
MAGDEADBAND	db	UINT32	Banda morta utilizada para o 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
LLEVEL	rangeC.lLim.f	FLOAT32	Limiar abaixo do qual o valor do dado está dentro da gama baixa

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
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 para os dados
MAXIMUM	rangeC.max.f	FLOAT32	Valor máximo admissível para os dados
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração 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 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 de multiplicador da unidade SI
RANGE	range	INT8	Gama da amplitude atual do dado
MAGDEADBAND	db	UINT32	Banda morta utilizada para o cálculo da amplitude
ZERODEADBAND	zeroDb	UINT32	Gama cerca do valor zero onde a amplitude de dados é forçada para zero
ANGDEADBAND	dbAng	UINT32	Banda morta utilizada para o cálculo da fase
HHLEVEL	rangeC.hhLim.f	FLOAT32	Limiar acima do qual a amplitude de dados está na gama alta-alta
HLEVEL	rangeC.hLim.f	FLOAT32	Limiar acima do qual a amplitude de dados está na gama alta
LLEVEL	rangeC.lLim.f	FLOAT32	Limiar abaixo do qual a amplitude de dados está na gama baixa
LLLEVEL	rangeC.lLim.f	FLOAT32	Limiar abaixo do qual a amplitude de dados 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 alteração 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 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 de multiplicador da unidade SI
PULSE	pulsQty	FLOAT32	Incremento da amplitude do valor contado por contagem
FROZENVALUE	frVal	INT64	Valor suspenso do contador
FREEZETIMETAG	frTm	TIME	Data e hora da última suspensão do contador
FREEZEENABLE	frEna	BOOL	Indicação se o processo de suspensão deve ocorrer
STARTTIME	strTm	TIME	Data e hora do início do processo de suspensão
PERIOD	frPd	INT32	Intervalo de tempo entre operações de suspensão
RESET	frRs	BOOL	Indicação se o contador deve ser automaticamente repostado a zero após cada processo de suspensão
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado

As entidades **AnalogueValue** correspondem a medições de valores reais (vírgula flutuante) e as entidades **ComplexAnalogueValue** correspondem a medições de valores complexos, com informação de amplitude e ângulo. O campo **INSTMAGNITUDE** (e o campo **INSTANGLE** para medições complexas) representa o valor de estado instantâneo do dado. Os campos **QUALITY**, **TIMETAG** e **ORIGIN** são geridos de forma idêntica aos campos respetivos das entidades de estado.

Os campos adicionais enumerados 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 dispositivo, e estão de acordo com as enumerações definidas na 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. O campo **MAGNITUDE** 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 a zero. Isto evita reportar valores de ruído se as medidas forem muito pequenas.

Todas as configurações de banda morta são definidas em percentagem entre os valores configurados **MAXIMUM** e **MINIMUM**, (ou seja, a escala completa da medida), em incrementos de 0,001 % de acordo com a (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°.

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

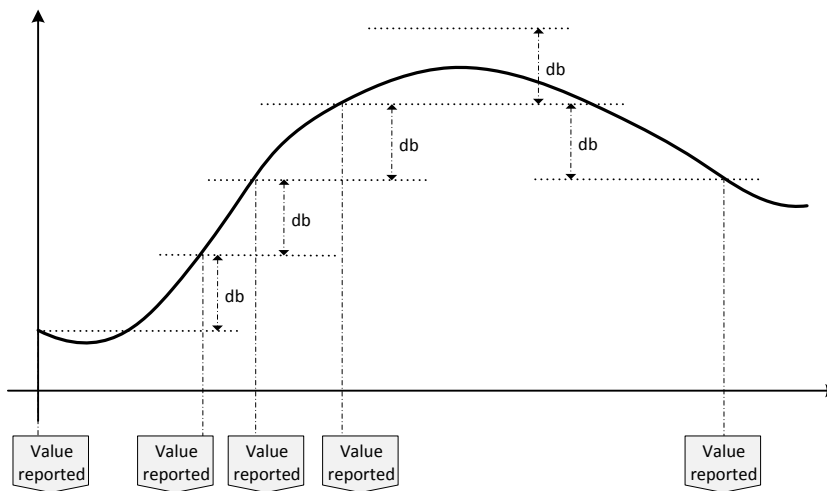


Figura 4.1. Cálculo do valor com banda morta.

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 modo de operação 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) deve 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** ou abaixo de **MINIMUM**, a medida é considerada fora da gama e o seu campo **QUALITY** é atualizado adequadamente (tornando-se **QUESTIONABLE**, com qualificador detalhado **OUT OF RANGE**). Os valores de fábrica para limiares mínimos e máximos são fornecidos quando as medições são saídas de funções de aplicação incorporadas, mas podem ser alterados pelo utilizador.

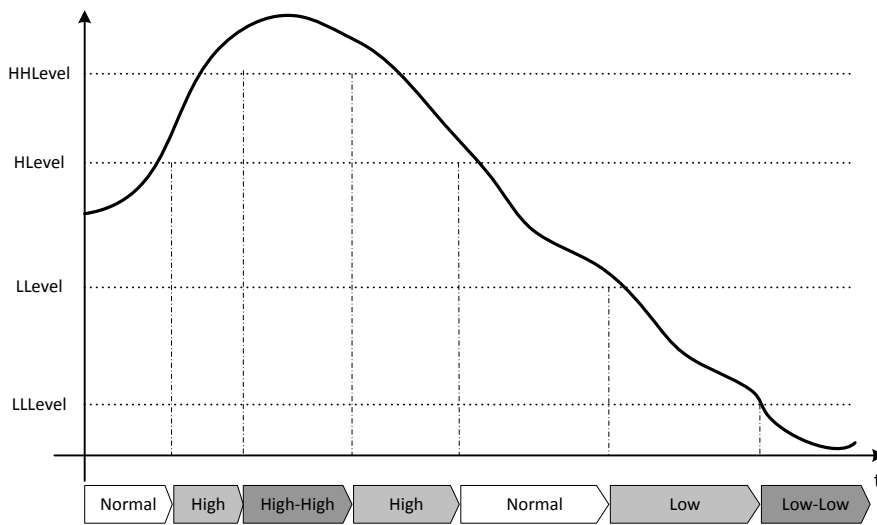


Figura 4.2. Cálculo da gama.

Contadores

Counter é um tipo especial de dados. O seu **VALUE** é um campo inteiro de 64 bit que permite a representação de números muito grandes, adequados para a contagem de energia e outras aplicações específicas de contadores. Para obter o valor real da entidade, a sua representação inteira deverá ser multiplicada pelo campo de configuração **PULSE**, 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 dispositivo, mas o seu estado, contrariamente a entidades só de estado, pode ser controlado manualmente ou através de uma função automática. 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 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 do estado 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
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do 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 seleção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se um dado pode ser operado mais que uma vez depois da seleção
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 controlo
CANCEL	Cancel.ctlVal	BOOL	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem do cancelamento

Tabela 4.14. Campos da entidade DoubleControl.

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 da 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	BOOL	Valor de 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 um dado pode ser operado mais que uma vez depois da seleção

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 controlo
CANCEL	Cancel.ctlVal	BOOL	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem do cancelamento

Tabela 4.15. Campos da entidade IntegerControl.

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 da 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 de 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 um dado pode ser operado mais que uma vez depois da seleção
MIN	minVal	INT32	Valor mínimo de dados
MAX	maxVal	INT32	Valor máximo de dados
STEP	stepSize	UINT32	Incremento 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 controlo

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

Tabela 4.16. Campos da entidade StepPositionControl.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
VALUE	valWTr.posVal	INT8	Valor do estado do dado
TRANSIENT	valWTr.transInd	BOOL	Indicação de dados num estado transitório
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
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 seleção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se um dado pode ser operado mais que uma vez depois da seleção
MIN	minVal	INT8	Valor mínimo de dados
MAX	maxVal	INT8	Valor máximo de dados
STEP	stepSize	UINT8	Incremento 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	UINT8	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da seleção do controlo
CANCEL	Cancel.ctlVal	UINT8	Cancelar valor
CANCELORIGIN	Cancel.origin.orCat	INT8	Origem do cancelamento

Tabela 4.17. Campos da entidade IntegerStepPositionControl.

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

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
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
ORIGIN	origin.orCat	INT8	Origem da última alteração do valor do dado
CONTROL	Oper.ctlVal	INT8	Valor de 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 um dado pode ser operado mais que uma vez depois da seleção
MIN	minVal	INT8	Valor mínimo de dados
MAX	maxVal	INT8	Valor máximo de dados
CAUSE	-	INT8	Motivo da rejeição da última operação de controlo
SELECTED	stSeld	BOOL	Indicação da seleção do controlo
SELECT	SBOw.ctlVal	INT8	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da seleção do controlo
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 do estado 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
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 de multiplicador da unidade SI
MAGDEADBAND	db	UINT32	Banda morta utilizada para o cálculo do valor
ZERODEADBAND	-	UINT32	Gama cerca do valor zero onde o valor do dado é forçado para zero
CONTROL	Oper.ctlVal	FLOAT32	Valor de 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 seleção e um de operação
CLASS	sboClass	INT8	Indicação se um dado pode ser operado mais que uma vez depois da seleção
MIN	minVal	FLOAT32	Valor mínimo de dados
MAX	maxVal	FLOAT32	Valor máximo de dados
STEP	stepSize	FLOAT32	Incremento 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	FLOAT32	Selecionar valor
SELECTORIGIN	SBOw.origin.orCat	INT8	Origem da seleção do controlo
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 apenas de estado.

A parte do controlo é composta pelos campos **CONTROL**, **CONTROLORIGIN** e **TEST**. O comando sobre o campo **CONTROL** deve ser dado por 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 com hierarquia de comutação inferior está em modo local
SELECT FAILED	3	Cancelado devido a uma seleção sem sucesso
POSITION REACHED	5	Interruptor já na posição pretendida
BLOCKED BY MODE	8	Bloqueado pelo modo de operação atual
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 porque o objeto de controlo não está selecionado
OBJECT ALREADY SELECTED	19	O objeto de controlo já está selecionado
NONE	25	Sem causa para rejeição; controlo executado
INCONSISTENT PARAMETERS	26	Rejeitado porque os parâmetros entre serviços de controlo sucessivos não são consistentes

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

- ◆ Tanto o valor como o controlo são Booleanos, se o tipo de entidade for **Control**;
- ◆ Valor enumerado com quatro opções (ver Tabela 4.5), se o tipo de entidade é **DoubleControl**; a ordem de controlo é Booleana (apenas são permitidos comandos de abertura e fecho);
- ◆ Tanto o valor como 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 como 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 de modelo de controlo, com diferentes implementações da máquina de estados. Estão enumeradas na Tabela 4.20.

Tabela 4.20. Opções para o campo de controlo 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 supervisão do valor de estado
SELECT BEFORE OPERATE WITH NORMAL SECURITY	2	Seleção antes da execução; sem supervisão 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 da 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**), deverá ser definida uma gama de valores possíveis. Os campos de configuração **MIN**, **MAX** e **STEP** especificam esta gama. As funções de aplicação 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 de aplicação 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 à interface de 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 grupo de parâmetros ativo
EDIT	-	UINT8	Valor do parâmetro correspondente ao grupo de parâmetros atualmente em edição
MIN	minVal	UINT8	Valor mínimo do intervalo de configurações
MAX	maxVal	UINT8	Valor máximo do intervalo de configurações
STEP	stepSize	UINT8	Incremento entre valores consecutivos do intervalo de configurações

Tabela 4.22. Campos da entidade IntegerSetting.

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
ACTIVE	setVal	INT32	Valor efetivo do parâmetro, correspondente ao grupo de parâmetros ativo
EDIT	-	INT32	Valor do parâmetro correspondente ao grupo de parâmetros atualmente em edição
MIN	minVal	INT32	Valor mínimo do intervalo de configurações
MAX	maxVal	INT32	Valor máximo do intervalo de configurações

Identificador	Correspondência IEC 61850	Tipo	Descrição
STEP	stepSize	INT32	Incremento entre valores consecutivos do intervalo de configurações
UNITS	-	INT8	Unidade SI na qual o valor do dado é representado
MULTIPLIER	-	INT8	Valor de 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 grupo de parâmetros ativo
EDIT	-	FLOAT32	Valor do parâmetro correspondente ao grupo de parâmetros atualmente em edição
MIN	minVal	FLOAT32	Valor mínimo do intervalo de configurações
MAX	maxVal	FLOAT32	Valor máximo do intervalo de configurações
STEP	stepSize	FLOAT32	Incremento entre valores consecutivos do intervalo de configurações
UNITS	units.SIUnit	INT8	Unidade SI na qual o valor do dado é representado
MULTIPLIER	units.multiplier	INT8	Valor de multiplicador da unidade SI

Os parâmetros são geridos no âmbito das gamas de parâmetros (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 grupo de parâmetros ativo; o campo **EDIT** indica o valor do grupo de parâmetros editado naquele momento. Esta última característica é bastante útil quando é necessária a possibilidade de alteração de valores de parâmetros específicos pelo protocolo de comunicação.

O valor do parâmetro depende do tipo específico de entidade:

- ◆ 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 regulação. As funções de aplicação incorporadas têm gamas predefinidas para os seus parâmetros específicos.

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

4.1.5 ENTIDADES DE GRUPO DE PARÂMETROS

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

Para alterar o grupo ativo durante a execução, o valor do campo **ACTIVEGROUP** deve ser editado. Para editar o valor dos parâmetros para um grupo 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 de cenários 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 de cada função aplicacional incorporada ou módulo base do dispositivo inclui um conjunto de entradas e saídas que correspondem a entidades da base de dados (existem também parâmetros operacionais para funções de aplicação). Estas entidades são apresentadas em tabelas separadas ao longo deste documento com a informação seguinte:

- ◆ **Identificador:** o nome interno utilizado como referência fixa para cada entidade;
- ◆ **Título:** uma breve descrição de cada entidade, específica para cada idioma e configurável pelo utilizador, utilizada, por exemplo, na HMI local ou no registo de eventos;
- ◆ **Descrição:** uma descrição longa com uma explicação sucinta da semântica ou modo de operação da entidade;
- ◆ **Tipo:** o acrónimo do tipo de entidade específico;
- ◆ **Mlt:** o número máximo de entidades que podem ser associadas (aplicável apenas para entradas de módulo);
- ◆ **NV:** uma indicação que a entidade correspondente é não-volátil, ou seja, a informação de estado não é perdida entre reinicializações do dispositivo (apenas aplicável para saídas dos módulos);
- ◆ **Gama:** o intervalo de configurações (apenas aplicável para parâmetros de funções);
- ◆ **Valor de fábrica:** o valor por defeito (apenas aplicável para parâmetros de funções).

4.2 DADOS GERAIS DO EQUIPAMENTO

A TPU T450 fornece informações diversas de identificação e de diagnóstico. Esta secção descreve a informação que corresponde ao dispositivo como um todo. Outras informações de diagnóstico, relativamente a módulos específicos do dispositivo, tais como portas e protocolos de comunicação, podem ser encontradas nas secções correspondentes.

Um módulo *watchdog* independente monitoriza todos os componentes de hardware e software e atua no caso de ser detetada uma falha grave.

4.2.1 IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DO EQUIPAMENTO

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 de utilizador.

Tabela 4.25. Informações gerais do equipamento.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Vendor	Fornecedor	TEXT	-	Fornecedor do dispositivo
Model	Modelo	TEXT	-	Modelo do dispositivo
SerialNumber	Número de Série	TEXT	-	Número de série do dispositivo
HWRevision	Revisão de HW	TEXT	-	Revisão de hardware do dispositivo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão do software 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 sistema de energia	TEXT	-	Designação do sistema de energia ao qual o dispositivo está ligado
Role	Função	TEXT	-	Função do dispositivo
Health	Condição	INT	-	Estado do dispositivo
NumPowerUps	Número de arranques	INT	Sim	Número de operações de arranque do dispositivo
NumWarmStarts	Número de arranques a quente	INT	Sim	Número de operações do dispositivo com arranque a quente
ResetStatistics	Reiniciar estatísticas	DIG CTRL	-	Reiniciar 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 o valor **Model**, "TPU T450". 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 ao configurar o dispositivo através do conjunto de ferramentas de engenharia. É incrementado automaticamente, cada vez que a configuração é compilada e enviada para o dispositivo. A entidade **ConfigurationType** indica o tipo de configuração atualmente carregada.

Tabela 4.26. Tipo de configuração.

Estado	Valor	Descrição
None	1	Nenhuma configuração carregada
Factory	2	Configuração de fábrica
User	3	Configuração do utilizador

As outras propriedades de identificação deverão ser definidas pelo utilizador, nomeadamente as indicadas na Tabela 4.27. Estas correspondem a uma aplicação particular da TPU T450.

Tabela 4.27. Parâmetros gerais de configuração do dispositivo.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Description	Descrição	Máx. 255 carac.	Description	Descrição geral do dispositivo
Location	Localização	Máx. 32 carac.	Location	Local de instalação do dispositivo
Owner	Proprietário	Máx. 32 carac.	Owner	Proprietário do dispositivo
PowerSystemName	Nome do sistema de energia	Máx. 32 carac.	PowerSystemName	Designação do sistema de energia ao qual o dispositivo está ligado
Role	Função	Máx. 32 carac.	Role	Função 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; a operação não é possível

Estatísticas do Dispositivo

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

4.2.2 IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE MÓDULOS DE HARDWARE

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

Informações da Placa de CPU

O identificador **Description** é o nome da placa cujo valor é sempre “MAP8001”. O **HWRevision** depende de uma placa específica. As entidades individuais identificam a revisão do software de cada placa de processador.



Para uma identificação correta da versão de software a correr na TPU T450, deverá ser utilizada a entidade global de dispositivo **SWRevision** em vez da revisão do software de qualquer processador específico.

No contexto das informações da placa de CPU, o identificador **Health** é o estado de operação deste componente particular. Também está disponível informação sobre outros estados desta placa.

Tabela 4.29. Informações da Placa de CPU.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da placa de CPU
HWRevision	Revisão de HW	TEXT	-	Revisão de hardware da placa de CPU
Cpu.SWRevision	Revisão de SW da CPU	TEXT	-	Revisão do software do CPU principal
CpuOS.SWRevision	Revisão do SW do OS da CPU	TEXT	-	Revisão do software do sistema operativo do CPU principal
Dsp.SWRevision	Revisão de SW DSP	TEXT	-	Revisão do software DSP
Fpga.SWRevision	Revisão de SW FPGA	TEXT	-	Revisão do software FPGA
Arm.SWRevision	Revisão de SW ARM	TEXT	-	Revisão do software ARM
ArmOS.SWRevision	Revisão de SW de OS ARM	TEXT	-	Revisão do software de sistema operativo ARM
Health	Condição	INT	-	Condição da placa de CPU
Temperature	Temperatura	ANL	-	Temperatura da placa de CPU
Voltage1	Tensão 1	ANL	-	Primeiro nível de tensão interno da placa de CPU
Voltage2	Tensão 2	ANL	-	Segundo nível de tensão interno da placa de CPU
CpuUser	Consumo CPU Utilizador	ANL	-	Percentagem de processos normais executados no modo utilizador, a cada três segundos
CpuSys	Consumo CPU Sistema	ANL	-	Percentagem de processos executados em modo <i>kernel</i> , a cada três segundos
Load1Min	Carga 1 Min	ANL	-	Carga do sistema (número de processos à espera de execução do sistema) média num minuto
Load5Min	Carga 5 Min	ANL	-	Carga do sistema (número de processos à espera de execução do sistema) média em cinco minutos
Load15Min	Carga 15 Min	ANL	-	Carga do sistema (número de processos à espera de execução do sistema) média em quinze minutos

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
MemFree	Memória livre	INT	-	Memória livre em kilobytes (KB)
MemUsed	Memória utilizada	INT	-	Memória utilizada em kilobytes (KB)
DiskFree	Disco livre	INT	-	Espaço livre em disco em megabytes (MB)
DiskUsed	Disco utilizado	INT	-	Espaço de disco utilizado em megabytes (MB)

Informações da Placa HMI

As informações disponíveis da placa HMI são similares às descritas no caso da placa CPU. O identificador **Description** é o nome da placa e tem sempre o valor "MAP8061".

Tabela 4.30. Informações da Placa HMI.

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

Informação sobre Cartas de I/O

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

Tabela 4.31. Informações 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 hardware da carta de I/O
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software 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 de I/O
Calibrated	Calibrada	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 T450 inclui um módulo *watchdog* independente que entra em funcionamento no caso de ocorrer uma falha interna grave.

São fornecidos dois níveis de operação:

- ◆ Um nível de alarme é despoletado no caso de falhas do dispositivo, quando a operação ainda é possível, apesar da existência de algumas restrições. Não implica uma reinicialização do dispositivo, apenas sinalização da condição da falha.
- ◆ Um nível de reinicialização opera no caso de ocorrerem falhas graves, 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 reversível (consultar a subsecção 2.4.5 - Ligações das Entradas e Saídas Digitais). Esta saída opera nos dois níveis de *watchdog* interno: alarme e reiniciar. Permanece ativa sempre que a alimentação é desligada.

Tabela 4.32. Informações do módulo *watchdog*.

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

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

4.3 SINCRONIZAÇÃO HORÁRIA

Um relógio de tempo real independente disponibiliza informações precisas sobre a data e hora a todos os módulos e funções de aplicação. Permite a datação de eventos externos, internos e de ficheiros de dados registados. Se este 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 T450 definido para UTC permite, em conjunto com a tecnologia e componentes utilizados, a datação 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 correções de anos bissextos.

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 incorporado. Vários parâmetros são assim definidos pelo utilizador para este fim, de acordo com a Tabela 4.33, Tabela 4.34 e Tabela 4.35.

Tabela 4.33. Definições de configuração da horal local.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
StdOffset	Offset padrão	± [00h00m..14h59m]	00h00m	Offset da hora local a partir de UTC durante a hora padrão
DayLightSavings > Status	Hora de verão Ativa	OFF / ON	ON	Localização utilizando o horário de verão
DayLightSavings > Offset	Offset da hora de verão	± [00h00m..14h59m]	01h00m	Offset da hora local a partir de UTC durante o horário de verão
DayLightSavings > Start	Início da hora de verão	Consultar Tabela 4.34	-	Hora local da próxima mudança para horário de verão
DayLightSavings > End	Fim da hora de verão	Consultar Tabela 4.35	-	Hora local da próxima mudança para hora padrão

Tabela 4.34. Definições de configuração da próxima mudança para a 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	PRIMEIRO / SEDUNDO / TERCEIRO / QUARTO / ÚLTIMO	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. Definições de configuração da próxima mudança para hora padrão.

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	PRIMEIRO / SEGUNDO / TERCEIRO / QUARTO / ÚLTIMO	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 a hora padrão). 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 T450 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 dia 60 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 o 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 T450 dispõe de um componente de relógio de tempo real (RTC) com alimentação de reserva fornecida por uma 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 desvio máximo de 3 segundos por dia quando o dispositivo é desligado ou 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 T450.

4.3.3 SINCRONIZAÇÃO

Para compensar o desvio natural do relógio em modo autónomo, a TPU T450 deverá sempre ser sincronizado 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 ajustado quando esta mensagem é recebida pela primeira vez. No geral, não poderá ser conseguida uma precisão plena 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 desvio 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 serão automaticamente descartadas, uma vez que não correspondem ao desvio 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 está 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. Informações do módulo de sincronização.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software do módulo
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 da interface Ethernet. É a opção padrão a ser utilizada quando a TPU T450 está integrado num barramento de estação IEC 61850, mas pode igualmente ser utilizada sempre que o dispositivo for ligado a uma rede Ethernet.

A prioridade 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 5 o valor mais baixo, como descrito anteriormente. A Tabela 4.37 apresenta outras definições gerais de SNTP.

Tabela 4.37. Parâmetros de configuração SNTP.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Priority	Prioridade	[1..5]	2	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	10	Tempo entre os pedidos ao servidor em modo unicast
Timeout	Temporização	[1..3600] s	12	Tempo máximo admitido para resposta do servidor em modo unicast
Count	Contagem	[1..25]	5	Número necessário para respostas corretas do servidor em modo unicast
Error	Erro	[1..1000] ms	5	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 de “ping-pong”, no qual o cliente (ou seja, o dispositivo) pede, periodicamente, a hora ao servidor (ou seja, o relógio principal). A TPU T450 executa uma sequência de mais que um pedido de modo a selecionar a resposta mais precisa. 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 até cinco servidores SNTP diferentes em modo unicast. 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 pela qual deve ser solicitada informação temporal aos diferentes servidores. Caso dois servidores tenham níveis de prioridade idênticos, o dispositivo dará preferência àquele com estrato mais elevado (ou seja, o que estiver mais perto do relógio de referência e assim com menos atraso temporal). A lista de parâmetros relativamente a cada servidor é apresentada na Tabela 4.38.

Tabela 4.38. Parâmetros de configuração do servidor SNTP.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
IP	IP	Máx. 16 carac.	192.1.1.1	Endereço IP do servidor
Status	Estado	OFF / ON	OFF	Servidor ativado / desativado
Priority	Prioridade	[1..5]	1	Prioridade do servidor relativamente a outros servidores
MaxStratum	Estrato máximo	[1..15]	15	Nível de estrato máximo que é considerado uma 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 T450 supervisiona periodicamente se cada servidor configurado está disponível na rede e sincronizado. O estado atual de cada servidor é indicado no campo **Status**, como mostrado na Tabela 4.39.

Tabela 4.39. Informações 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 de “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 da sincronização SNTP. No entanto, aplicam-se algumas condições:

- ◆ O servidor de tempo deverá ser um relógio principal de tempo real de alto desempenho e precisão, e sincronizado diretamente a partir de uma fonte GPS.
- ◆ Deverá ser sempre utilizado o modo de operação unicast.
- ◆ O número de componentes ativos de rede (por 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.

As informações gerais do módulo SNTP são listadas na Tabela 4.40. O **Status** indica se o dispositivo está sincronizado por protocolo SNTP, ou seja se existe pelo menos um servidor de tempo ligado. O ID numérico do servidor temporal que providencia a hora ao dispositivo é também indicado na entidade **Server**.

Tabela 4.40. Informações do módulo SNTP.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software do módulo
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 relógio principal atual

Sincronização por IRIG-B

A TPU T450 tem uma interface de fibra ótica IRIG-B, preparada para receber um sinal desmodulado em formato IRIG-B 00x, x=0 a 7. Pode ser utilizada para sincronizar todos os sinais digitais e transições de estado interno do dispositivo com uma precisão de 1 ms. É também a interface necessária para se sincronizar a amostragem analógica por GPS com uma exatidão de 1 μ s. Esta opção exige uma infraestrutura de rede dedicada para a sincronização horária. As mensagens de sincronização são recebidas com um período fixo de um segundo, juntamente com um sinal PPS que garante a exatidão temporal adequada.

A sincronização por entrada IRIG-B pode ser ativada no parâmetro respetivo, **Status**. A prioridade IRIG-B deverá ser definida em relação aos outros métodos de sincronização, numa escala de 1 a 5, em que 1 é o valor mais alto de prioridade e 5 o valor mais baixo, como descrito anteriormente. A Tabela 4.41 apresenta outras configurações gerais de IRIG-B.

Tabela 4.41. Parâmetros de configuração de IRIG-B.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Status	Estado	OFF / ON	OFF	Estado IRIG-B
Time	Hora	UTC / TZ / TZ+DLS / IEEE1344	UTC	Formato temporal enviado pelo servidor
Priority	Prioridade	[1..5]	1	Prioridade IRIG-B relativamente a outros protocolos de sincronização
Timeout	Temporização	[1..3600] s	20	Tempo máximo permitido para aguardar pelo sinal IRIG-B

A TPU T450 está preparado para processar diferentes tipos de configurações de servidor de tempo:

- ◆ Se a informação de tempo do servidor estiver disponível no formato UTC, o parâmetro **Time** deve ser definido para **UTC**; a TPU T450 calcula o tempo local.
- ◆ Se a informação de tempo do servidor estiver disponível no formato local, mas o servidor não suportar definições de horário de verão, o parâmetro **Time** deve ser definido para **TZ**; a TPU T450 calcula o tempo UTC.
- ◆ Se a informação de tempo do servidor estiver disponível no formato local e o horário de verão for também processado pelo servidor, o parâmetro **Time** deve ser definido como **TZ+DLS**; a TPU T450 calcula o tempo UTC.
- ◆ Se o servidor de tempo é compatível com a norma IEEE 1344, a opção correspondente de **Time** deve ser selecionada; a mensagem de sincronismo inclui todas as informações necessárias para calcular o tempo local, incluindo o horário de verão.



Se **Time** estiver definido como **TZ** ou **TZ+DLS**, o modelo de tempo da TPU T450 deve ser adequadamente configurado (consultar a subsecção 4.3.1 - Modelo Temporal).



A informação do ano não é 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 T450.

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

As informações gerais do módulo IRIG-B são listadas na Tabela 4.42. O **Status** indica se a sincronização por IRIG-B está ativada.

Se o sinal IRIG-B for detetado, é indicado **SignalDetected**, no entanto a sincronização de tempo apenas será realizada se o dispositivo for capaz de interpretar a mensagem de sincronização (**SignalOK**). **FormatReceived** indica o tipo de IRIG-B recebido (IRIG-B 00x, x = 0 a 7) e **IEEE1344OK** assinala que a mensagem está em conformidade com a norma.

Se a sincronização por IRIG-B estiver habilitada, o sinal estiver a ser corretamente recebido e interpretado e for a fonte de tempo com a prioridade mais elevada, o dispositivo irá ser sincronizado por IRIG-B e a indicação **Sync** estará ativa. Se o sinal IRIG-B falhar mais vezes do que as especificadas no parâmetro **Timeout**, a mensagem IRIG-B deixará de ser considerada uma fonte de tempo válida.

Tabela 4.42. Informações do módulo IRIG-B.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Info	Informações	TEXT	-	Informações gerais
Status	Estado	DIG	-	Sincronização por entrada IRIG-B ativada

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
SignalDetected	Sinal detetado	DIG	-	Sinal IRIG-B detetado
SignalOK	Sinal OK	DIG	-	Sinal IRIG-B OK
Sync	Sincronizado	DIG	-	Dispositivo sincronizado por entrada IRIG-B
FormatReceived	Formato recebido	TEXT	-	Formato de tempo recebido
IEEE1344OK	IEEE 1344 OK	INT	-	Mensagem de tempo IEEE 1344 OK

Sincronização por Protocolo de Comunicação

Como alternativa às opções anteriores, a TPU T450 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 caso de todas as outras opções falharem. Para mais detalhes, consultar o capítulo 6 - Comunicações.

4.4 INTERFACE DE PROCESSO

Um módulo independente, com elevada prioridade de execução, é dedicado à interface da TPU T450 com o processo, por exemplo, 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 informações gerais acerca do módulo de I/O.

Tabela 4.43. Informações do módulo de I/O.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software do módulo
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 placa presente 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 de 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 confirmação das alterações de estado	[1..128] ms	20	Tempo de filtragem
OscillationTime	Tempo de oscilação	[2..10000] ms	100	Período de oscilação mínimo
MaxNumChanges	Número máx. de alterações	[2..255]	5	Número máximo de alterações em modo oscilação

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 afeta 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 direção em menos tempo que definido por

OscillationTime, é definida como oscilatória. Isto corresponde a alterar a qualidade da entidade de dados associada para **QUESTIONABLE**, com um identificador detalhado **OSCILLATORY**. **OscillationTime** deve ser inferior ao período mínimo esperado no sinal correspondente em condições de operação 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 são gerados mais eventos para a entrada enquanto o sinal for oscilatório. Se **MaxNumChanges** é igual ao mínimo da gama de configurações (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 **OscillationTime**. O filtro de *chatter* é ilustrado na Figura 4.4.

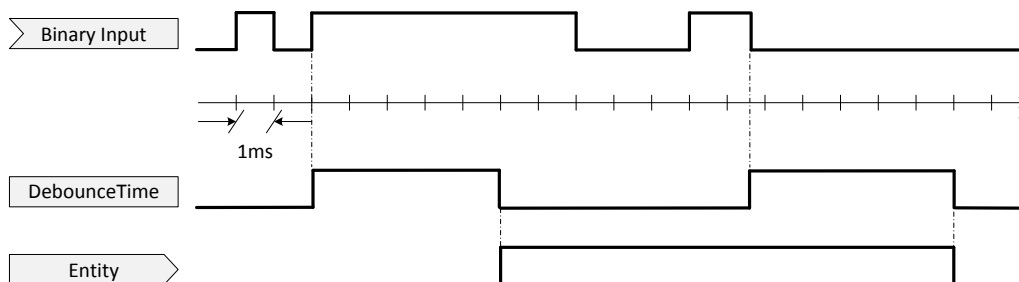


Figura 4.3. Filtro de confirmação das alterações de estado.

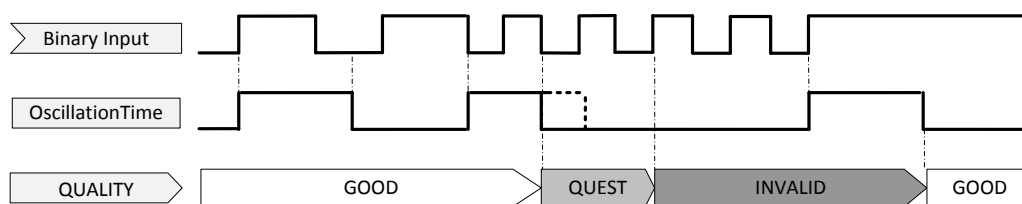


Figura 4.4. Filtro de chatter.

As entradas digitais podem ser acedidas e associadas a entidades de base de dados através de módulos de I/O, como mostrado 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 das bases de dados através de módulos de I/O, e podem ser configuradas como estados ou controlos, como mostrado na subsecção 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	Duração do impulso	[0..60000] ms	0	Duração do impulso de saída
DelayTime	Tempo Atraso	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso para operar a saída
ResetTime	Tempo de Rearme	[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 (ou entidades) de dados aos quais está associado. Os parâmetros adicionais podem ser definidos para implementar um atraso na operação do relé (**DelayTime**) e um atraso no rearme do relé (**ResetTime**). 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**. No caso de **PulseTime** ter um valor diferente de zero, o **ResetTime** não é tido em consideração. O modo de operação do impulso de saída é mostrado na Figura 4.5 e na Figura 4.6.

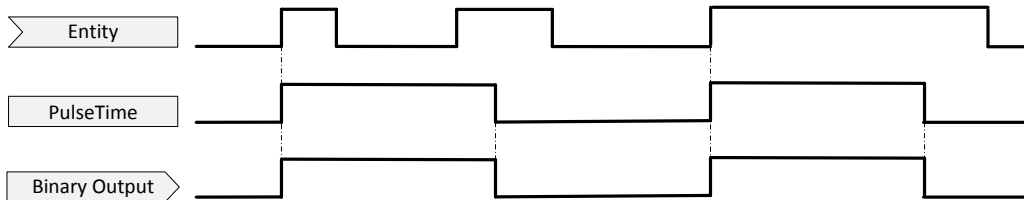


Figura 4.5. Forma do impulso de saída (duração do impulso).

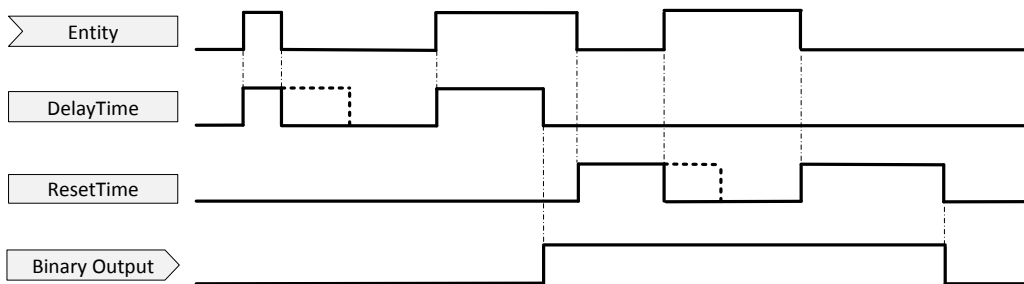


Figura 4.6. Forma do impulso de saída (tempo de atraso e de rearme).

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 as configurações correspondentes 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 de entrada
FilterTime	Tempo de filtragem	[100..2000] ms	1000	Tempo de filtragem

O **Range** permite a configuração da escala exata para cada entrada, para ajustar à gama do conversor externo com máxima exatidão e resolução. No entanto, cada entrada deve ser configurada primeiro pelo hardware.



Para além da configuração **Range**, uma configuração de hardware específica, como descrita na subsecção 2.2.3 - Configuração da Tensão de Alimentação e I/O, também deve ser alterada. O valor do parâmetro deve ser suportado pela configuração de hardware atual, nomeadamente a seleção entre entradas de corrente e tensão.

Se um valor de entrada estiver fora do intervalo definido, a qualidade dos dados associados é definida como **QUESTIONABLE**, com um qualificador detalhado **OUT OF RANGE**.

Todas as entradas analógicas c.c. são amostradas numa taxa de 10 amostras por segundo. Um filtro consistindo na média de n amostras consecutivas pode ser configurado no parâmetro **FilterTime** para aumentar a exatidão da medida. O valor da entrada analógica c.c. está disponível periodicamente, com um período igual a **FilterTime**.



Todas as entradas analógicas c.c. são calibradas na fábrica para garantir a exatidão adequada, de acordo com as especificações da TPU T450.

Entradas Analógicas c.a.

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



Todas as entradas analógicas c.a. são calibradas na fábrica para assegurar a precisão adequada, de acordo com as especificações da TPU T450.

Cada entrada analógica c.a., como as entradas e saídas digitais, tem uma configuração independente. A Tabela 4.47 e a 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	Ref. de ângulo	OFF / ON	OFF	Entrada utilizada como referência do ângulo da fase

Tabela 4.48. Parâmetros de configuração de entrada de tensão.

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

Se **AngleRef** apresenta o valor **ON**, indica que aquele sinal analógico em particular deverá ser selecionado para ser a entrada de ângulo de fase de referência. Neste caso, a sua medida de fase será sempre zero, enquanto a mesma medida de todas as outras grandezas será relativa 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 entrada da primeira carta relativamente à ordem no equipamento).

Existe também um parâmetro geral de I/O, 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 geral de I/O.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
RatedFreq	Frequência 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, bem como as entradas analógicas c.c., estão associadas a entidades de bases de dados através de módulos de I/O.

Os módulos de I/O permitem ao utilizador a criação de unidades funcionais, implementadas 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 eficiente para implementar módulos funcionais configuráveis, equivalentes a funções de aplicação 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 ou integração, apenas representação e/ou controlo de dados.

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, como descrito na subsecção 4.4.3 - Canais), o que proporciona configurações altamente flexíveis. Os diferentes tipos de dados podem ser mapeados, de acordo com a seguinte descrição.

Entidades de Estado Simples

Quando esta opção é seleccionada, 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 Duplo

Esta opção permite o mapeamento de entidades de estado duplo (normalmente para a representação do disjuntor e outros estados de equipamentos) diretamente nos módulos de I/O, extensíveis àqueles disponibilizados por funções da aplicação. 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 está aberto, por exemplo) e uma última ao estado **ON** (a que está ativa quando o disjuntor está fechado). Para a representação exata de entidades duplas, consultar a secção 4.1 - Tipos de Dados.

Um filtro opcional pode ser configurado para permitir a eliminação dos 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 irá gerar 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 deste evento é o momento exato

da transição para o estado intermédio. Este filtro não tem qualquer efeito na eliminação de estados inválidos (ambas as entradas ativas), o que será sempre imediatamente reportado. A Figura 4.7 ilustra a ação deste filtro.

Tabela 4.50. Parâmetros de configuração de entidades de estado duplo.

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

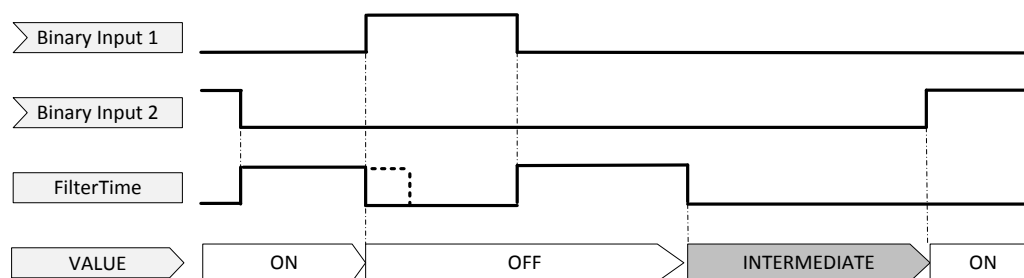


Figura 4.7. Filtro de estado intermédio.

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). Isto 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 de número inteiro: código digital padrão, código Gray, BCD, 1-of-N.

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

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

Entidades de Contadores de Impulsos

Esta opção permite a utilização da entrada digital para contabilizar impulsos. Isto permite a utilização de entidades do tipo Contador para contar o número de impulsos amostrados pela entrada digital. A contagem pode ser feita no flanco ascendente, no flanco descendente ou em ambos, de acordo com o parâmetro **PulseType**. O modo de operação do contador é definido pelos atributos da entidade do contador **UNITS**, **MULTIPLIER**, **PULSE**, **FREEZEENABLE**, **STARTTIME**, **PERIOD** e **RESET**.

¹ Os 32 bits apenas estão disponíveis com o código 1-OF-N. Todos os códigos restantes têm um máximo de 6 bits.

Tabela 4.52. Parâmetros de configuração da entidade do contador de impulsos.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
PulseType	Tipo de impulso	FLANCO ASCENDENTE/ FLANCO DESCENDENTE/ AMBOS	FLANCO ASCEND ENTE	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 de proteção 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 entradas de função; em casos de multiplicidade de entrada, cada entidade associada pode ser negada independentemente.

A forma do impulso de saída é definida pelos respetivos parâmetros de saída.

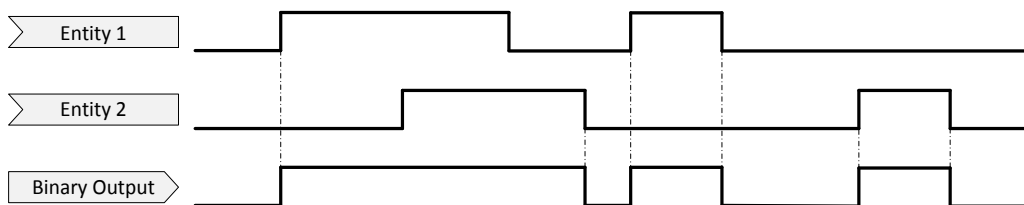


Figura 4.8. Forma do impulso de saída no caso de uma condição lógica OR de várias entidades.

Entidades de Controlo

Esta opção é utilizada para atribuir entidades de dados controláveis às entradas e saídas digitais. São suportadas tanto as entidades de estado simples como 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 controlo. A forma do impulso de saída é definida pelos atributos das entidades correspondentes **NUMPULSES**, **ONDUR** e **OFFDUR**.

Os diversos valores da ordem de controlo podem ser atribuídos à mesma saída (máximo de 16). Neste caso, o impulso de saída é a condição lógica OR de impulsos de saída para valores de controlo individuais. Isto torna-se particularmente útil, por exemplo, ao atribuir uma saída comum para os comandos de abertura e fecho do disjuntor, como indicado na Figura 4.9.

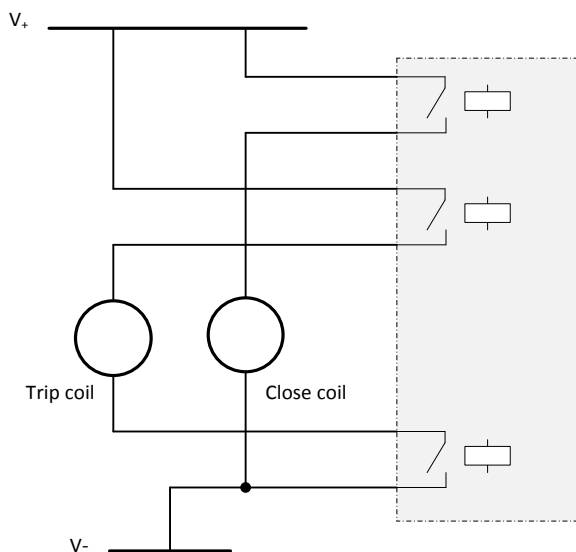


Figura 4.9. Exemplo de comandos de fecho e abertura do disjuntor com uma saída comum.

Entidades de Controlo de Posição

Esta opção é utilizada para atribuir entidades inteiras controláveis diretamente a módulos de I/O (por exemplo, para controlar e representar comutadores de tomadas). O estado da entidade, adquirida do processo, é mapeado nas entradas digitais, da mesma forma que as entidades de estado inteiro (não controlável).

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

Entidades Analógicas c.c.

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

O valor da medida pode ser lido diretamente na 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** estiver definido para **POLINOMIAL**, o valor da medida é dado pela equação (4.4), correspondendo a uma polinomial de até sétima ordem, com os coeficientes definidos pelos parâmetros **A7** a **A0**.

$$Y = a_7 \cdot X^7 + a_6 \cdot X^6 + a_5 \cdot X^5 + a_4 \cdot X^4 + a_3 \cdot X^3 + a_2 \cdot X^2 + a_1 \cdot X + a_0 \tag{4.4}$$

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

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

Se o parâmetro **ConversionFunction** estiver definido como **PIECEWISE LINEAR**, o valor da medida é definido por um conjunto de pontos com coordenadas definidas por pares de parâmetros **(Xi, Yi)**, com i = 1 a 8. O número de pontos de dados é definido no parâmetro **NumPoints**. É feita uma interpolação linear entre pontos consecutivos.

Tabela 4.53. Parâmetros de configuração de entradas 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	Coefficiente de ordem n da polinomial
Piecewise > NumPoints	Por troços > Número de pontos	[2..8]	2	Número de pontos da interpolação por segmentos
Piecewise > X1 .. X8	Por troços > X1 .. X8	[-99999..99999]	0,0	Coordenadas do ponto de dados n no eixo x
Piecewise > Y1 .. Y8	Por troços > Y1 .. Y8	[-99999..99999]	0,0	Coordenadas do ponto de dados n no eixo y

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 da aplicação incorporadas podem ser associadas a canais. Não poderão ser utilizadas em módulos de I/O ou funções definidas pelo utilizador; não estão disponíveis diretamente em interfaces de comunicação ou na interface do utilizador. Estão disponíveis apenas através dos resultados de cada função de aplicação.

Canais Base

Cada canal deverá corresponder a um conjunto específico de TI ou TT externos associados, habitualmente um sistema de corrente ou tensão trifásico. Podem ser utilizados noutros cenários, como por exemplo:

- ◆ Sistemas trifásicos de corrente incompletos (apenas um ou dois sinais de corrente disponíveis);
- ◆ Sistemas trifásicos de tensão incompletos (apenas um ou dois sinais disponíveis, tanto fase-neutro como fase-fase), por exemplo, no caso de uma 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 de Holmgreen externo;
- ◆ 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 seguintes restrições aplicam-se:

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

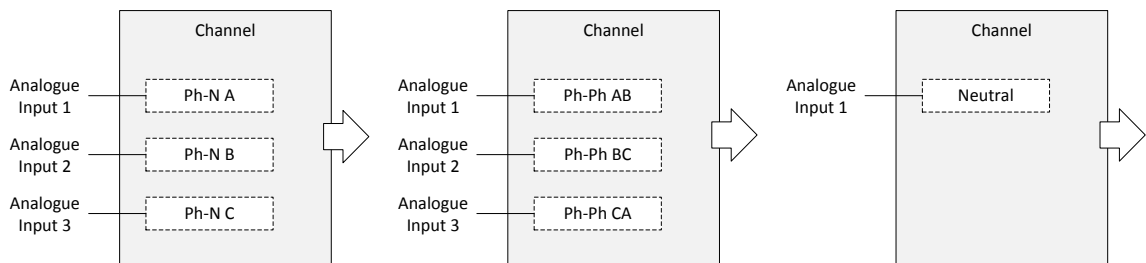


Figura 4.10. Configurações possíveis do canal.

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

Tabela 4.54. Parâmetros de configuração do canal base.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
ID	ID	[1..20]	20	ID do canal
Orientation	Orientação	FRENTE / TRÁS	FRENTE	Inversão de polaridade
Ratio	Relação	[1,0..10000,0]	100,0	Relação do transformador externo
PrimaryRatedValue	Valor nominal primário	[0,0..10000,0]	100,0	Valor primário de TI (ou TT) nominal

O **Ratio** é a relação de transformação dos TI ou TT externos. Permite a apresentação de saídas de medidas, ou registos de defeitos, com valores primários corretos 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 disponibilizadas nas funções de aplicação em valores primários.

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 a referência base para as suas definições 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 a **PrimaryRatedValue**, em valores primários.
- ◆ Quando aplicado a sinais de tensão fase-fase, 1 p.u. corresponde a **PrimaryRatedValue**, em valores primários.
- ◆ Quando aplicado a sinais de tensão fase-terra, 1 p.u. corresponde a **PrimaryRatedValue** / $\sqrt{3}$, em valores primários.

Para mais informações acerca de cada parâmetro específico, consultar o capítulo 5 - Funções de Aplicação.

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 neutro de um sistema trifásico de TI ligados em estrela pode ser ligado ao objeto ou a partir do objeto. O mesmo se aplica à ligação à terra de um TI de neutro independente. O parâmetro **Orientation** permite a configuração adequada de cada canal de acordo com a convenção da TPU T450.



Todas as funções de aplicação da TPU T450 assumem que o sentido frente é para dentro do objeto a proteger e que o sentido trás é para fora do objeto a proteger. 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 (a partir do objeto do sistema elétrico), se é um requisito do utilizador, mesmo que todas as funções de aplicação devam utilizar a direção direta como referência para esta operação.

Canais Derivados

Os canais derivados são obtidos a partir da aplicação de algumas operações aritméticas predefinidas aos canais base. Estes permitem o cálculo interno de sinais analógicos adicionais necessários para funções de proteção, controlo e monitorização em topologias de barramentos complexos e arranjos de disjuntores múltiplos, sem a necessidade de ligações externas adicionais.

Tabela 4.55. Parâmetros de configuração de canal derivado.

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**, pelo contrário, é mais apropriado para canais de tensão em várias tipologias de barramento e proporciona uma forma fácil de selecionar sinais de tensão entre dois barramentos diferentes. Também pode ser aplicado tanto a sistemas simples como trifásicos. Dois canais base devem ser associados ao novo canal derivado. Cada sinal no canal derivado é o sinal correspondente de um dos canais base, selecionado de acordo com uma condição digital associada à entrada **Selector**.



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

4.5 AUTOMAÇÃO PROGRAMÁVEL PELO UTILIZADOR

A TPU T450 assegura um motor de lógica em conformidade com a norma IEC 61131-3, que permite 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 de aplicação, 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 necessárias (qualquer um dos tipos de dados padrão podem ser selecionados quando se define a interface da função de utilizador).

Os parâmetros operacionais podem ser acrescentados às funções de utilizador, tornando esta funcionalidade acessível a programas implementados pelo utilizador. A configuração e gestão dos parâmetros operacionais é explicada na subsecção 5.1.5 - Gestão de Gamas de Parametrização.

Tabela 4.56. Informações do módulo de motor de lógica.

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

4.5.1 GESTÃO DE TAREFAS E EXECUÇÃO DE PROGRAMAS

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

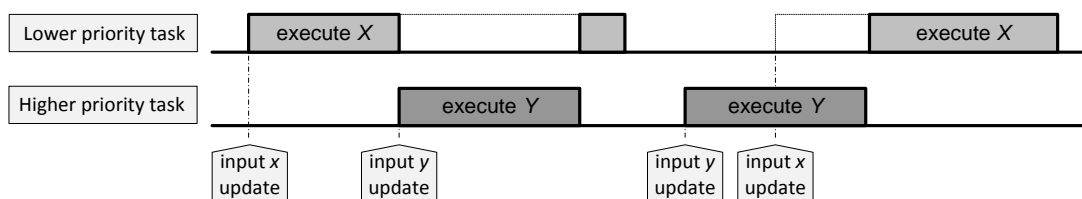


Figura 4.11. Exemplo de prioridade entre tarefas.

Tabela 4.57. Informações de tarefas.

Identificador	Gama	Descrição
Description	-	Descrição da tarefa
Name	-	Designação da tarefa
Priority	Alto / Acima do Normal / Normal / Abaixo de 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 de saída correspondente ao momento em que o programa foi ativado

O escalonamento dos programas é uma propriedade do programa (é independente das tarefas). Assim, os programas na mesma tarefa podem ter diferentes opções de escalonamento . O motor de lógica da TPU T450 suporta três configurações de escalonamento , não mutuamente exclusivas: **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 0, o ritmo do programa corresponderá ao período mínimo da tarefa, que varia de acordo com a prioridade da tarefa (ver**

- ◆ Tabela 4.61).
- ◆ **Execução ativada por eventos:** o programa é executado por atualizações de entrada (ou seja, são executados sempre que o valor associado a uma das suas entradas é atualizado, mesmo que não mude). Estes programas são executados imediatamente e não são afetados pelo ritmo das tarefas. A execução após os eventos é registada na memória, 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 ao arrancar:** os programas são executados uma vez no arranque. Este método de escalonamento pode ser combinado com a execução após a ocorrência de eventos de modo a assegurar a inicialização do programa.

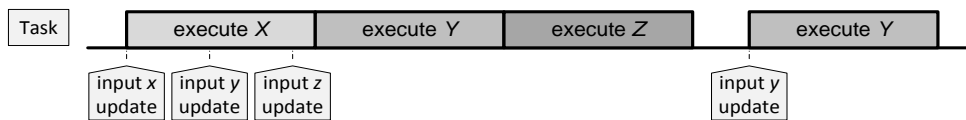


Figura 4.12. Exemplo de execução de eventos registados.



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

A execução do programa é feita segundo a seguinte ordem:

1. todos os valores de entrada são lidos;
2. o código do programa é processado;
3. os 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. Informações do programa.

Identificador	Gama	Descrição
Description	-	Descrição do programa
Name	-	Designação do programa
Language	Function Block Diagram / Structured Text	Linguagem do programa

Identificador	Gama	Descrição
Scheduling	OnEvent / Cyclic / Startup	Escalonamento de programas
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 blocos de funções em programas ST, é direta.

As variáveis da interface de programa (entradas e saídas do programa) 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 as 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 destes temporizadores como de tempo real (com resolução de 1 ms). Para um temporizador ser processado como de tempo real, o programa deverá ser capaz de execução *on-event* e a entrada que dispara o temporizador deverá ser configurada como **OnEvent**.

Tabela 4.59. Informações de variáveis.

Identificador	Gama	Descrição
Description	-	Descrição da variável
Name	-	Designação da variável
Type	Especificado em [4]	Tipo de 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 dispositivo

4.5.3 BIBLIOTECA DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

O motor de lógica conta com uma biblioteca de sistema de automação que disponibiliza várias funções pré-definidas. As funções suportadas pela TPU T450 estão listadas na Tabela 4.60.

Tabela 4.60. Blocos de funções do sistema.

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

Identificador	Classe	Descrição
XOR	Álgebra booleana	Exclusivo ou
ADD	Aritmética	Adição
SUB	Aritmética	Subtração
MUL	Aritmética	Multiplicação
DIV	Aritmética	Divisão
MOD	Aritmética	Módulo
SHL	Bit-Shift	Deslocação para a esquerda
SHR	Bit-Shift	Deslocação para a direita
ROL	Bit-Shift	Rotação para a esquerda
ROR	Bit-Shift	Rotação para a direita
EQ	Comparação	Igual
NE	Comparação	Não igual
GT	Comparação	Maior que
GE	Comparação	Maior ou igual
LT	Comparação	Menor que
LE	Comparação	Menor ou igual
SEL	Seleção	Seletor
MAX	Seleção	Máximo
MIN	Seleção	Mínimo
LIMIT	Seleção	Limitador
MUX	Seleção	Multiplexador
TP	Temporizadores	Temporizador de impulsos
TON	Temporizadores	Temporizador on-delay
TOF	Temporizadores	Temporizador off-delay
SR	Padrão	Biestável (definir dominante)
RS	Padrão	Biestável (reiniciar dominante)
R_TRIG	Padrão	Detetor de borda crescente
F_TRIG	Padrão	Detetor de borda decrescente
CTU	Padrão	Contador crescente
CTD	Padrão	Contador decrescente
CTUD	Padrão	Contador crescente / decrescente
ABS	Matemática	Valor absoluto
SQRT	Matemática	Raiz quadrada
EXP	Matemática	Exponencial
LN	Matemática	Logaritmo natural
LOG	Matemática	Logaritmo de base 10
SIN	Matemática	Seno
COS	Matemática	Cosseno
TAN	Matemática	Tangente

Identificador	Classe	Descrição
ASIN	Matemática	Arco seno
ACOS	Matemática	Arco cosseno
ATAN	Matemática	Arco tangente
RAND_INT32	Não padrão	Número inteiro com sinal de 32 bits aleatórios
RAND_FLOAT32	Não padrão	Número de vírgula flutuante de 32 bit aleatórios
SET_ACTIVE_GROUP	Dispositivo	Definir grupo ativo
CTL_IN_BOOL	Controlos	Receção de controlo booleano
CTL_IN_INT32	Controlos	Controlos de número inteiro de 32 bits
CTL_OUT_BOOL	Controlos	Execução de controlo booleano
CTL_OUT_INT32	Controlos	Execução de controlo de número inteiro de 32 bits
CLOCK	Funções de tempo	Informações de hora e data atuais
TIMEINFO	Funções de tempo	Separa informações sobre hora e data em diferentes campos
INT8_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de valores inteiros com sinal de 8 bits
INT16_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de valores inteiros com sinal de 16 bits
INT32_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de valores inteiros com sinal de 32 bits
INT64_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de valores inteiros com sinal de 64 bits
UINT8_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de valores inteiros sem sinal de 8 bits
UINT16_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de valores inteiros sem sinal de 16 bits
UINT32_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de valores inteiros sem sinal de 32 bits
UINT64_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de valores inteiros sem sinal de 64 bits
FLOAT32_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de números de ponto flutuante de 32 bits
FLOAT64_TO_*	Conversão de tipo	Conversão de números de ponto flutuante de 64 bits

4.5.4 BOAS PRÁTICAS DE PROGRAMAÇÃO

Os programas de utilizador devem ser cuidadosamente implementados, dado que influenciam o funcionamento do dispositivo como um todo. Existem erros comuns 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 outros módulos do dispositivo.



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

- ◆ Programas com requisitos temporais rigorosos deverão ser configurados como **OnEvent** e associados à tarefa com maior prioridade, dado que a esta 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 Alta	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
Número máximo de instruções	24000	1000	24000	24000	24000	24000
Ciclo mínimo	-	50 ms	100 ms	250 ms	500 ms	1 seg.
Número máximo de temporizadores de tempo real	64	64	64	64	64	64

4.6 HMI LOCAL

4.6.1 DISPLAY

A Tabela 4.62 mostra os parâmetros presentes na configuração relativos ao ecrã, bem como a gama de valores permitidos e os valores por omissão. Como referido anteriormente, estes parâmetros podem ser alterados enquanto a unidade está em funcionamento, no menu **Display**, presente na HMI Local. Além disso, também é possível configurar até seis páginas de mímicos com objetos que podem ser selecionados e operados durante a execução.

Tabela 4.62. Definições de configuração da visualização.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Screensaver	Proteção de ecrã	[1..60] min	5	Tempo para o modo proteção de ecrã
Hibernation	Hibernação	[1..60] min	10	Tempo para o modo de hibernação
Contrast	Contraste	[0..100] %	50	Contraste do ecrã
Brightness	Luminosidade	[0..100] %	50	Luminosidade do ecrã
Language	Idioma	PORTUGUÊS / INGLÊS / ESPANHOL / FRANCÊS / ROMENO ² / RUSSO	INGLÊS	Idioma da visualização.



Selecionar o idioma desejado no parâmetro **Language** não é suficiente. Deve adicioná-lo ao projeto do Automation Studio para ficar disponível.

4.6.2 ALARMES

A TPU T450 suporta dezasseis alarmes configuráveis que, como visto na Tabela 4.66, podem ser:

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

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

Tabela 4.63. Entradas do alarme.

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

² Ainda em desenvolvimento

Tabela 4.64. Informações do alarme.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Led	LED	DIG	Sim	Estado do alarme
YellowLed	LED amarelo	DIG	Sim	Estado do alarme com LED a exibir cor amarela

Tabela 4.65. Informações da tecla Clear.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
ResetLeds	Reiniciar os LED	DIG CTRL	-	Controlo de rearme dos LED

Quando mais que uma entidade é associada a um alarme particular, o estado do alarme irá refletir o resultado do OR lógico do estado das entidades. Como mostrado na Tabela 4.66, onde os parâmetros relativos a alarmes são exibidos, o utilizador pode selecionar se um alarme é ou não persistente; se o alarme irá piscar ou não; e o valor de dado associado ao LED vermelho e ao LED amarelo, que representa o valor da entidade ou o valor que o OR lógico deve ter para o LED acender. Também é possível especificar a etiqueta do alarme.

Não é possível definir o mesmo valor para acender o LED vermelho e o LED amarelo no mesmo alarme. Os alarmes não persistentes não podem ser configurados para piscar porque o utilizador pode interpretar esse modo de operação como uma intermitência da entidade da base de dados que está associada ao alarme.

Para entidades booleanas (DIG), é possível que o estado do LED seja negado relativamente ao estado da entidade Booleana (OR lógico incluído) que representa. Finalmente, o alarme pode também ser utilizado para representar a qualidade das entradas, o que significa que o LED irá acender se a qualidade for inválida. Para isso, o valor associado ao LED vermelho terá de ser i ou l.

Tabela 4.66. Definições de configuração de alarmes.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Red	Vermelho	-	-	Valor de dados associado ao 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 de piscar do alarme
Text	Texto	Máx. 16 carac.	Alarme	Etiqueta do alarme

4.6.3 TECLAS FUNCIONAIS

As teclas funcionais são programáveis pelo utilizador e podem tomar a forma de:

- ◆ **Tecla de Controlo:**

A ação de pressionar a tecla irá dar uma ordem de controlo definida na entidade a que está associada.

- ◆ **Tecla de Estado:**

A tecla altera o estado definido nas luzes LED.

◆ **Tecla de Controlo e de Estado:**

A tecla altera as ordens de controlo com base no estado atual do LED.

◆ **Tecla de Atalho:**

A tecla irá exibir o menu escolhido pelo utilizador de uma lista enumerada.

O estado mostrado nas luzes LED e a ordem de controlo podem ser mapeadas em diferentes entidades de tipos diferentes, como mostrado na Tabela 4.67. Para obter mais informações sobre estes tipos, consultar a secção 4.1 - Tipos de Dados.

Tabela 4.67. Informações das teclas funcionais.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Controlo	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 exibida pelas luzes LED da tecla funcional

Tabela 4.68. Definições de configuração das teclas funcionais.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Red	Vermelho	-	-	Valor de dados associado ao LED vermelho
Green	Verde	-	-	Valor de dado associado ao LED verde
Type	Tipo	ESTADO/ CONTROLO/ CONTROLO DE ESTADO/ SHORTCUT	ESTADO	Modo de operação da tecla funcional
Shortcut	Atalho	MEDIDAS/ MEDIÇÃO/ REGISTO/ SUPERVISÃO/ CONTROLO/ REGISTO DE EVENTOS/ RELATÓRIO DE DEFEITOS/ PARAMETRIZAÇÃO/ CONDIÇÃO DA FUNÇÃO/ PARAMETRIZAÇÃO DA 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 T450 está preparada para registar continuamente um conjunto de eventos internos e/ou externos, por exemplo, transições de entidades de dados. Todos os eventos são registados com informação temporal com uma resolução de um milissegundo.

O registo de eventos é guardado em memória não-volátil. O dispositivo pode armazenar até 25 000 eventos, garantindo um registo a longo prazo, o que é normalmente suficiente para garantir que os eventos possam ser recuperados de forma manual ou automática antes que sejam substituídos por informações mais recentes. Em prol de uma gestão mais eficaz da memória, o registo de eventos está organizado em ficheiros menores e individuais na memória do dispositivo, até um máximo de 50 ficheiros, com tipicamente 500 eventos cada. Isto reduz a quantidade de informação substituída pela mais recente quando a memória estiver cheia, dado que apenas o último ficheiro é perdido e substituído pelo ficheiro com novos eventos.

Dado que o ritmo de criação de novos ficheiros durante as perturbações do sistema de energia pode ser mais lento que o ritmo a que nova informação é gerada, os últimos eventos são temporariamente mantidos num buffer circular. Para evitar a perda de informação em qualquer situação, até este buffer é mantido numa memória independente e não-volátil. Isto assegura que no caso de um arranque inadvertido do dispositivo, a informação não é perdida antes de ser guardada permanentemente em ficheiro.

A indicação de **BufferOverflow** é gerada se alguns eventos se perderem devido a uma torrente de informação apesar das medidas tomadas, como apresentado na Tabela 4.69.

Tabela 4.69. Informações do módulo de registo de eventos.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do módulo
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software do módulo
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do módulo
Health	Condição	INT	-	Condição do módulo
Mode	Modo	INT CTRL	-	Controlo do modo
MemClear	Apagar memória	DIG CTRL	-	Apagar toda a memória
EraseFiles	Apagar ficheiros	DIG CTRL	-	Controlo de apagar ficheiros de registo
ForceFile	Forçar ficheiro	DIG CTRL	-	Controlo de forçar a criação de ficheiro de registo
NewLogFile	Novo ficheiro de registo	DIG	-	Indicação de criação de novo ficheiro de registo
NumberEvents	Número de eventos	INT	Sim	Contador de número de eventos
BufferOverflow	Sobrecarga do buffer	DIG	-	Perda de informação no buffer do registo de eventos
EventsLost	Perda de eventos	INT	Sim	Número de eventos perdidos

Tabela 4.70. Definições de configuração do registo de eventos.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
HMIOrdering	Ordem na HMI	ASCENDING / DESCENDING	ASCEND.	Ordem de apresentação de eventos na HMI local
HMIMaxEvents	Máx eventos na HMI	[1..100]	50	Número máximo de eventos na HMI local

O registo de eventos pode ser acedido através de ferramentas de engenharia ou através de um servidor web incorporado. Por uma questão de conveniência, os últimos eventos estão também disponíveis na HMI local. O número máximo de eventos apresentados na HMI local é configurável, assim como a sua ordem de apresentação, como mostrado na Tabela 4.70. Isto permite ao utilizador organizar a informação a ser apresentada da forma mais conveniente, quando o dispositivo está a ser testado sem qualquer ferramenta de software. De salientar que o utilizador pode também mudar a parametrização na HMI local que define a visualização de eventos. No entanto, só será possível seleccionar o número de elementos apresentados até ao número máximo de eventos seleccionado na configuração. Por outro lado, o servidor web permite a visualização dos últimos 500 eventos e a ordem pela qual aparecem pode ser alterada durante a visualização. Para mais informações sobre este tema, consultar a secção 7.14 - Registo de Eventos.

Podem ser configuradas para registo até 3000 entidades de dados diferentes, de qualquer tipo de dados suportados. Para cada entidade, o utilizador pode seleccionar o tipo de disparo, que, dependendo do tipo de dados, pode ser:

- ◆ Data-Update;
- ◆ Data-Change;
- ◆ Quality-Change;
- ◆ Range-Change.

A palavra-chave *Change* indica que o valor de disparo tem de ser alterado para um evento ser gerado. A palavra-chave *Update* indica que o valor de disparo apenas tem de ser atualizado para o evento ser gerado.

Quando uma entidade é seleccionada para registo, todos os tipos de disparo serão habilitados por defeito, com a exceção do disparo Data-Update quando a entidade é um controlo. Neste caso a intervenção do utilizador é necessária para o habilitar. A Tabela 4.71 mostra os tipos de disparos suportados por cada entidade e que campos estão ativos para o disparo quando são seleccionados. Quando ocorre um evento, todos os campos seleccionados como disparo serão registados, mesmo quando não são responsáveis por gerar o evento. Aparte esses campos, existem campos adicionais que também serão registados quando um evento ocorre.

Tabela 4.71. Disparos suportados e informação registada para cada tipo de dados.

Tipo	Referência	Tipo de Disparo	Campo Utilizado como Disparo	Campos Registados
Digital	DIG	Data-Change	VALUE	VALUE QUALITY TIMETAG ORIGIN
		Quality-Change	QUALITY	
DoubleDigital	DB DIG	Data-Change	VALUE	VALUE QUALITY TIMETAG ORIGIN
		Quality-Change	QUALITY	
IntegerValue	INT	Data-Change	VALUE	VALUE QUALITY TIMETAG ORIGIN
		Quality-Change	QUALITY	
AnalogueValue	ANL	Quality-Change	QUALITY	MAGNITUDE INSTMAGNITUDE QUALITY

Tipo	Referência	Tipo de Disparo	Campo Utilizado como Disparo	Campos Registrados
		Range-Change	RANGE	TIMETAG RANGE ORIGIN
ComplexAnalogueValue	CPX ANL	Quality-Change	QUALITY	MAGNITUDE ANGLE INSTMAGNITUDE INST ANGLE QUALITY
		Range-Change	RANGE	TIMETAG RANGE ORIGIN
Counter	CNT	Quality-Change	QUALITY	QUALITY TIMETAG PULSE FROZENVALUE FREEZETIMETAG
		Data-Update	FROZENVALUE	ORIGIN
Controlo	DIG CTRL	Data-Change	VALUE	VALUE QUALITY
		Quality-Change	QUALITY	TIMETAG ORIGIN
		Data-Update	CONTROL	CONTROL CONTROLORIGIN
			CAUSE	TEST CAUSE SELECT
			SELECT	SELECTORIGIN CANCEL
			CANCEL	CANCELORIGIN
DoubleControl	DB CTRL	Data-Change	VALUE	VALUE QUALITY
		Quality-Change	QUALITY	TIMETAG ORIGIN
		Data-Update	CONTROL	CONTROL CONTROLORIGIN
			CAUSE	TEST CAUSE

Tipo	Referência	Tipo de Disparo	Campo Utilizado como Disparo	Campos Registrados
			SELECT	SELECT SELECTORIGIN CANCEL CANCELORIGIN
			CANCEL	CANCELORIGIN
IntegerControl	INT CTRL	Data-Change	VALUE	VALUE QUALITY TIMETAG ORIGIN
		Quality-Change	QUALITY	CONTROL CONTROLORIGIN TEST CAUSE SELECT SELECTORIGIN CANCEL CANCELORIGIN
		Data-Update	CONTROL	TEST CAUSE SELECT SELECTORIGIN CANCEL CANCELORIGIN
			CAUSE	SELECTORIGIN CANCEL CANCELORIGIN
			SELECT	
			CANCEL	
StepPositionControl	STEP CTRL	Data-Change	VALUE	VALUE TRANSIENT
			TRANSIENT	QUALITY TIMETAG ORIGIN CONTROL CONTROLORIGIN
		Quality-Change	QUALITY	TEST CAUSE SELECT SELECTORIGIN CANCEL CANCELORIGIN
		Data-Update	CONTROL	TEST CAUSE SELECT SELECTORIGIN CANCEL CANCELORIGIN
			CAUSE	
			SELECT	
CANCEL				
IntegerStepPositionControl	ISTEP CTRL	Data-Change	VALUE	VALUE TRANSIENT
			TRANSIENT	QUALITY TIMETAG ORIGIN CONTROL CONTROLORIGIN
		Quality-Change	QUALITY	TEST CAUSE SELECT SELECTORIGIN CANCEL
		Data-Update	CONTROL	TEST CAUSE SELECT SELECTORIGIN CANCEL
			CAUSE	
			SELECT	

Tipo	Referência	Tipo de Disparo	Campo Utilizado como Disparo	Campos Registrados
			CANCEL	CANCELORIGIN
AnalogueControl	ANL CTRL	Quality-Change	QUALITY	VALUE QUALITY TIMETAG
		Data-Update	CONTROL	ORIGIN CONTROL
			CAUSE	CONTROLORIGIN TEST CAUSE
			SELECT	SELECT SELECTORIGIN
			CANCEL	CANCEL CANCELORIGIN
OptionListSetting	OPT SET	-	-	-
IntegerSetting	INT SET	-	-	-
AnalogueSetting	ANL SET	-	-	-
SettingGroups	SET GRP	Data-Update	ACTIVEGROUP	TIMETAG

4.8 RELATÓRIO DE DEFEITOS

4.8.1 INTRODUÇÃO

O módulo de Relatório de Defeitos é responsável por criar um relatório detalhado da ocorrência de defeitos, que pode ser utilizado para assistir na análise pós-defeito. Este relatório irá agregar a informação mais relevante num bloco chamado **Summary**, mostrará uma lista de eventos cronológicos no bloco **Timeline** e registrará as medidas do defeito e anteriores num bloco designado **Measurements**. Enquanto o primeiro bloco de informação está sempre presente no Relatório de Defeitos, a presença dos dois últimos depende da configuração.

A informação presente num relatório será automaticamente obtida das funções presentes na configuração, o que elimina a necessidade de uma configuração complexa pelo utilizador. Se forem registadas perturbações pelo Registo de Oscilografia, durante o intervalo de tempo do Relatório de Defeitos, esta informação será apresentada no mesmo.

A TPU T450 pode armazenar até 50 relatórios.

4.8.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Um Relatório de Defeitos é iniciado pelo disparo de uma das funções de **Lógica de Disparo Trifásico**, que torna a presença de pelo menos uma dessas funções obrigatórias na configuração. Além disso, uma ou mais das seguintes funções de proteção devem estar ligadas à Lógica de Disparo Trifásico para o relatório ocorrer:

- ◆ **Máximo de Corrente de Terra**
- ◆ **Máximo de Corrente de Sequência Inversa**
- ◆ **Máximo de Corrente de Fase**
- ◆ **Teledisparo**
- ◆ **Função de Proteção Restrita de Terra**
- ◆ **Fecho sobre Defeito**
- ◆ **Diferencial de transformador**

Além disso, as informações das seguintes funções podem ser utilizadas:

- ◆ **Falha de Disjuntor**
- ◆ **Supervisão de Disjuntor**
- ◆ **Supervisão de TI**
- ◆ **Medidas Trifásicas**
- ◆ **Supervisão de TT**

Apenas informações de funções de proteção ligadas a uma Lógica de Disparo Trifásico que iniciou serão utilizadas no relatório, ao mesmo tempo que as informações fornecidas pelas funções restantes, durante a ocorrência, serão utilizadas sem limitação nos blocos **Summary** e/ou **Timeline**. As exceções são as funções Falha de Disjuntor e Supervisão de Disjuntor que também têm de estar ligadas à Lógica de Disparo Trifásico que iniciou, como mostrado na Figura 4.13.

Para que o relatório seja o mais completo possível, todas as funções acima deverão ser apresentadas na configuração e as ligações na Figura 4.13 seguidas. Funções em falta ou funções não conformes às ligações obrigatórias irão levar a blocos de informações que não estarão presentes no relatório.

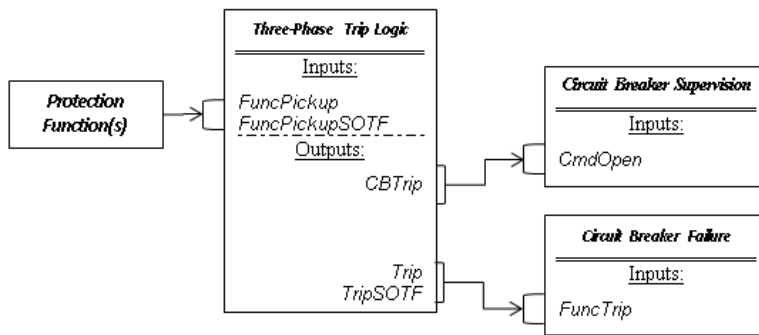


Figura 4.13. Ligações obrigatórias do Relatório de Defeitos.

Em relação a informação fornecida no Relatório de Defeitos, existem alguns aspetos sobre como a informação é obtida que necessitam uma análise mais detalhada. Esta é feita abaixo.

A informação da direção do defeito apenas aparecerá no bloco **Summary** se o valor, obtido de todas as funções de proteção que estavam ativas no Relatório de Defeitos, for o mesmo. No entanto, mesmo que esta informação não seja fornecida, é possível ver o valor obtido de cada função no **Timeline**. Observe que se o valor da função oscila durante o Relatório de Defeitos, a direção do Defeito mostrado em **Timeline**, para essa função, será desconhecido.

O Tipo de Defeito e o Loop de Defeito apenas podem ser obtidos da função Distância; no entanto, enquanto a informação do tipo de defeito aparecerá no bloco **Summary**, a informação do loop de defeito apenas aparecerá no bloco **Timeline**.

O tempo de defeito é o tempo decorrido a partir do instante em que a função de proteção inicia (assumindo que está ligada a umas das funções de **Lógica de Disparo Trifásico**) até ao início da queda de todas as funções de Lógica de Disparo Trifásico que iniciaram. Além disso, enquanto a hora de início de um relatório é também o instante em que uma função de proteção começa, a sua conclusão depende de vários fatores, identificados abaixo:

- ◆ Nenhuma das funções de proteção dispararam:
 - Abandono de todas as funções lógicas de disparo trifásico que iniciaram;
- ◆ Pelo menos uma das funções de proteção disparou:
 - Receção do estado de todos os disjuntores ligados às funções de lógica de disparo trifásico que iniciaram (aberto, inválido ou falha de disjuntor aberto) ou tempo decorrido que alcançou o valor máximo permitido de espera para esta informação;

No bloco **Summary** é dada uma lista das funções que dispararam, bem como informações relativas à Falha de Disjuntor, nomeadamente a hora e data com uma resolução de um milissegundo para cada ocorrência de falha.

4.8.3 INTERFACE

A Tabela 4.73 e a Tabela 4.74 apresentam a informação que pode ser incluída nos blocos **Summary** e **Measurements**, respetivamente.

O bloco **Timeline** exhibe os eventos mais relevantes numa ordem cronológica, que podem ser divididos em três categorias:

- ◆ **Arranque**

A informação relativa ao início da função de proteção é agregada com o formato:

<Título da Função> escalão do arranque x, x fase(s) x, x. Direção do Defeito x
- ◆ **Disparo**

A informação relativa ao disparo de uma função de proteção é agregada com o formato:

<Título da Função> escalão do disparo x,x fase(s) x, x
- ◆ **Registo**

Eventos importantes exibidos no formato:

<Data / hora > <Título da Função> <Título do Elemento> <Valor do Elemento>

Data / Hora apenas aparecem em alguns eventos; o elemento valor apenas aparece se for relevante.

A Tabela 4.72 exibe informações adicionais na TPU T450 e o próprio relatório que não pertence a nenhum dos blocos mas, no entanto, é incluído no relatório.

Para além das informações do relatório em si, o módulo de Relatório de Defeitos também fornece a informação listada na Tabela 4.75.

Tabela 4.72. Informações adicionais de relatório.

Informação	Descrição
Número de Relatório	Número do relatório criado com a configuração atual
Modelo do Dispositivo	Modelo do dispositivo
Número de Série	Número de série do dispositivo
Versão de Configuração	Versão da configuração presente no dispositivo quando ocorreu o defeito
Versão de Firmware	Versão de firmware do dispositivo
Função	Função do dispositivo
Proprietário	Proprietário do dispositivo
Localização	Local de instalação do dispositivo
Nome do Sistema de Energia	Designação do sistema de energia ao qual o dispositivo está ligado
Data de Início	Data e hora de início do relatório com uma resolução ao milissegundo
Data de Fim	Data e hora de finalização do relatório com uma resolução de um milissegundo
Ficheiros de Registo de Oscilografia	O Registo de Oscilografia regista o ocorrido durante o intervalo de tempo do Relatório de Defeitos

Tabela 4.73. Resumo do Relatório.

Informação	Função	Descrição
Tipo de Defeito	Distância	Tipo de defeito
Direção	Funções de proteção	Direção do defeito dada pelas funções de proteção que foram iniciadas, desde que os seus valores correspondam
Tempo de Defeito	-	Duração do defeito
Funções	Funções de proteção	Lista das funções de proteção que dispararam
Falha 3Ph CB	Falha de Disjuntor	Indicação que uma falha de disjuntor ocorreu, com data e hora com uma resolução de um milissegundo. Uma vez que mais que uma Função de Proteção contra Falha do Disjuntor é suportada, pode ser mostrada mais que uma indicação.

Tabela 4.74. Medições do Relatório.

Identificador	Título	Tipo	Função	Descrição
CurrentA	IA	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Corrente fase A
CurrentB	IB	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Corrente fase B
CurrentC	IC	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Corrente fase C
ResidualCurrent	Ires	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Corrente residual
NeutralCurrent	Ineut	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Corrente de neutro
VoltageA	UA	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão fase-terra A
VoltageB	UB	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão fase-terra B
VoltageC	UC	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão fase-terra C
ResidualVoltage	Ures	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão residual
NeutralVoltage	Uneut	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão de neutro
VoltageAB	UAB	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão fase-fase AB
VoltageBC	UBC	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão fase-fase BC
VoltageCA	UCA	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão fase-fase CA
PositiveSeqCurrent	I1	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Corrente de sequência direta
NegativeSeqCurrent	I2	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Corrente de sequência inversa
ZeroSeqCurrent	I0	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Corrente de sequência homopolar
PositiveSeqVoltage	U1	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão de sequência direta
NegativeSeqVoltage	U2	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão de sequência inversa
ZeroSeqVoltage	U0	Medição pré-defeito	Medidas trifásicas	Tensão de sequência homopolar
SwitchCurrA	IA Cort	Medição de defeito	Supervisão de Disjuntor	Corrente interrompida durante a última operação de abertura, fase A
SwitchCurrB	IB Cort	Medição de defeito	Supervisão de Disjuntor	Corrente interrompida durante a última operação de abertura, fase B
SwitchCurrC	IC Cort	Medição de defeito	Supervisão de Disjuntor	Corrente interrompida durante a última operação de abertura, fase C

Tabela 4.75. Informações 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 módulo
Version	Versão	TEXT	-	Versão de configuração do módulo
Health	Condição	INT	-	Condição do módulo
Mode	Modo	INT CTRL	-	Controlo do modo
ReportStarted	Início de Relatório	DIG	Sim	Indicação do início de relatório
ReportEnd	Fim do Relatório	DIG	-	Indicação do fim do relatório
MemClear	Apagar memória	DIG CTRL	-	Apagar toda a memória
ReportNumber	Número de Relatório	INT	Sim	Número do registo de relatórios
ReportsLost	Relatórios Perdidos	INT	Sim	Número de relatórios perdidos

4.8.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros do Relatório de Defeitos são listados na Tabela 4.76.

Tabela 4.76. Parâmetros de configuração do Relatório de Defeitos.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
ReportFaultType	Tipo de Relatório de Defeitos	Todos / Com disparo	All	Gravar um relatório cada vez que ocorrer um defeito ou apenas no caso de disparo de uma função de proteção
Timeline	Cronologia	OFF / ON	ON	Ativar ou desativar o bloco Timeline
Measurements	Medidas	OFF / ON	ON	Ativar ou desativar o bloco Measurements



FUNÇÕES DE APLICAÇÃO

Neste capítulo são descritas as diversas funções de proteção e controlo disponíveis na TPU T450. 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 DE TRANSFORMADOR.....	5-8
5.3 DIFERENCIAL RESTRITA DE TERRA.....	5-19
5.4 TELEDISPARO.....	5-26
5.5 MÁXIMO DE CORRENTE DE FASE DIRECIONAL.....	5-31
5.6 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE TERRA.....	5-40
5.7 MÁXIMO DE CORRENTE DE SEQUÊNCIA INVERSA DIRECIONAL.....	5-50
5.8 SOBRECARGA COM IMAGEM TÉRMICA.....	5-57
5.9 FECHO SOBRE DEFEITO.....	5-61
5.10 MÍNIMO DE TENSÃO DE FASE.....	5-65
5.11 MÁXIMO DE TENSÃO DE FASES.....	5-69
5.12 MÁXIMO DE TENSÃO RESIDUAL.....	5-73
5.13 MÁXIMO DE TENSÃO DE SEQUÊNCIA INVERSA.....	5-77
5.14 MÍNIMO DE FREQUÊNCIA.....	5-80
5.15 MÁXIMO DE FREQUÊNCIA.....	5-84
5.16 TAXA DE VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA.....	5-88
5.17 LÓGICA DE DISPARO TRIFÁSICA.....	5-93
5.18 SUPERVISÃO DO CIRCUITO DE DISPARO.....	5-95
5.19 FALHA DE DISJUNTOR.....	5-99
5.20 BLOQUEIO DE FECHO DO DISJUNTOR.....	5-104
5.21 SUPERVISÃO DE TT.....	5-107
5.22 SUPERVISÃO DE TI.....	5-111
5.23 CONTROLO DE DISJUNTOR.....	5-115
5.24 SUPERVISÃO DE DISJUNTOR.....	5-119
5.25 CONTROLO DE SECCIONADOR.....	5-126
5.26 SUPERVISÃO DE SECCIONADOR.....	5-129
5.27 MEDIDAS TRIFÁSICAS.....	5-134
5.28 MEDIDAS MONOFÁSICAS.....	5-141
5.29 CONTAGEM TRIFÁSICA.....	5-145
5.30 OSCILOGRAFIA.....	5-148

Número total de páginas do capítulo: 152

5.1 DADOS FUNCIONAIS GERAIS

5.1.1 FUNÇÕES APLICACIONAIS

A TPU T450 oferece um conjunto de funções altamente configuráveis de proteção, controlo, supervisão e 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).

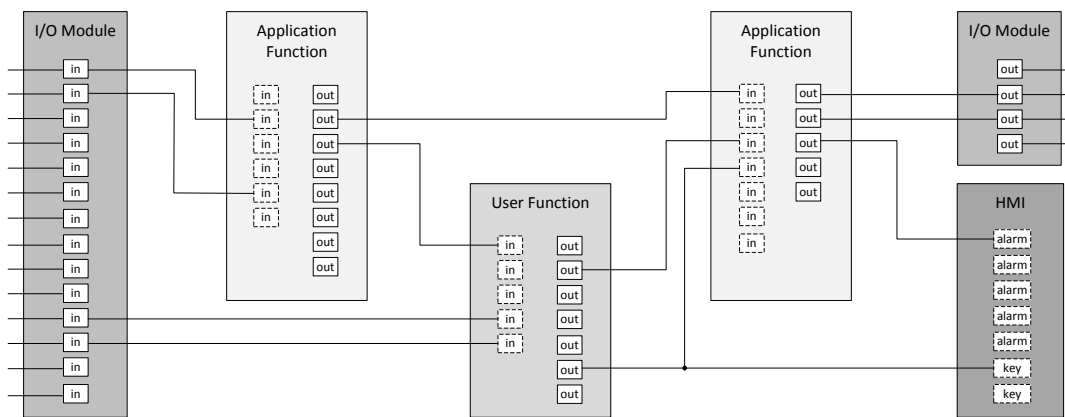


Figura 5.1. Exemplo de ligações entre as funções de aplicação, funções do utilizador, módulos de I/O e objetos HMI.

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.

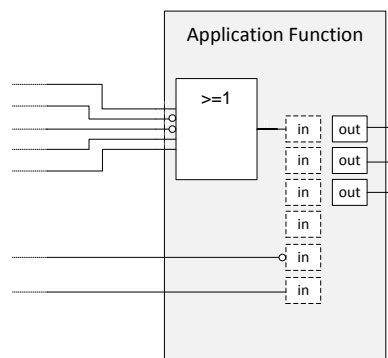


Figura 5.2. Multiplicidade e negação de entradas.

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 T450 suporta até dezasseis 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. Informações do dispositivo lógico.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição do dispositivo lógico
Mode	Modo	INT CTRL	Sim	Modo de operação controlável do dispositivo lógico
Behaviour	Modo Operação	INT	-	Modo de operação do dispositivo lógico
Health	Condição	INT	-	Estado do dispositivo lógico
Local	Local	DIG	-	Comportamento de controlo local ao nível do painel
LocalStation	Estação local	DIG CTRL	Sim	Hierarquia de controlo ao nível da estação
SettingGroups	Gama de Parametrização	SET GRP	-	Gestão de gama de parâmetros do dispositivo lógico

Tabela 5.3. Parâmetros de configuração do dispositivo lógico.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Description	Descrição	Máx. 255 carac.	Dispositivo Lógico	Descrição do dispositivo lógico
Multilevel	Multilevel	OFF / ON	OFF	Modo de hierarquia de comutação para controlo local

5.1.3 GESTÃO DO MODO DE OPERAÇÃO

Os modos de operação permitem ativar ou desativar funções de aplicação e especificar o comportamento destas relativamente a dados de entrada e pedidos de execução de comandos. A gestão de modo de operação é apenas fornecida para funções de aplicação incorporadas - não tem efeito sobre módulos de I/O e deve ser programada pelo utilizador com o intuito de afetar funções definidas pelo utilizador (ver secção 4.5 - Automação Programável pelo Utilizador).

A TPU T450 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 **Behaviour**.

Os parâmetros **Operation** e/ou **Test** estão disponíveis em várias funções, por vezes um para cada escalão, permitindo mudar de modo de operação independentemente do dispositivo lógico. As funções de aplicação que contêm qualquer um destes parâmetros têm uma saída **Behavior** dedicada que indica o modo de operação atual. As funções que tenham parâmetros **Operation** e/ou **Test** diferentes 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 modo de operação 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 marcação de teste é ativada.

A execução de pedidos de comando e a qualidade de novos dados são avaliados antes de serem 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 de dispositivo lógico on	Modo de dispositivo lógico teste	Modo de dispositivo lógico off
Modo de função on	ON	TEST	OFF
Modo de função teste	TEST	TEST	OFF
Modo de função off	OFF	OFF	OFF

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

Modo de Operação	on	teste	off
Operação da função	ON	ON	OFF
Qualidade da saída	Não afetada	Teste	Inválida
Resposta ao comando normal	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
Resposta ao comando de teste	Rejeitado	Aceite	Rejeitado
Dados de entrada (boa qualidade)	Processados como válidos	Processados como válidos	Não processados
Dados de entrada (qualidade de teste)	Processados como inválidos	Processados como válidos	Não processados
Dados de entrada (qualidade inválida)	Processados como inválidos	Processados como inválidos	Não processados

5.1.4 GESTÃO DA ENTIDADE DE CONTROLO

A hierarquia de controlo é processada por dispositivo lógico, afetando todas as funções de aplicação associadas. Para ser processada em funções de 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 à hierarquia de controlo.

Os comandos dados sobre as entidades controláveis podem ser validados de acordo com a sua origem (por exemplo, quer sejam executados manual ou automaticamente, e de onde forem emitidos). As origens dos controlos manuais e automáticos podem ser classificadas em três níveis diferentes: nível de painel (local), nível de estação (estação local) 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 de hierarquia de controlo, facilmente adaptáveis à pluralidade de diferentes cenários (ver Tabela 5.6). É possível mudar a hierarquia de controlo operando as entidades do dispositivo lógico **LocalKey** e **LocalStationKey**. Os estados destas entidades são refletidos nas entidades **Local** e **LocalStation**, respetivamente.

A entidade **LocalKey** configura o dispositivo para o modo local, assegurando que os comandos ao nível do painel são aceites. A ativação da entrada **LocalStationKey** implica 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 ao mudar 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 durante a execução.

Tabela 5.6. Validação da origem do controlo.

Multinível	LocalStationKey	LocalKey	Comandos ao nível do painel	Comando ao nível da estação	Comandos ao nível do Centro de Controlo
OFF	OFF	OFF	Rejeitado	Rejeitado	Aceite
OFF	OFF	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
OFF	OFF	não ligado	Rejeitado	Rejeitado	Aceite
OFF	ON	OFF	Rejeitado	Aceite	Rejeitado
OFF	ON	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
OFF	ON	não ligado	Aceite	Aceite	Rejeitado
OFF	não ligado	OFF	Rejeitado	Aceite	Aceite
OFF	não ligado	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
OFF	não ligado	não ligado	Aceite	Aceite	Aceite
ON	OFF	OFF	Aceite	Aceite	Aceite
ON	OFF	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
ON	OFF	não ligado	Aceite	Aceite	Aceite
ON	ON	OFF	Aceite	Aceite	Rejeitado
ON	ON	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
ON	ON	não ligado	Aceite	Aceite	Rejeitado
ON	não ligado	OFF	Aceite	Aceite	Aceite
ON	não ligado	ON	Aceite	Rejeitado	Rejeitado
ON	não ligado	não ligado	Aceite	Aceite	Aceite

5.1.5 GESTÃO DE GAMAS DE PARAMETRIZAÇÃO

A maioria das funções de aplicação têm parâmetros configuráveis pelo utilizador. Esta funcionalidade está também disponível para funções definidas pelo utilizador (ver secção 4.5 - Automação Programável pelo Utilizador).

A TPU T450 dispõe de oito gamas de parâmetros, o que permite criar oito perfis de proteção diferentes que poderão ser ligados a qualquer altura. É possível selecionar a gama de parâmetros independentemente para cada dispositivo lógico, afetando todas as funções definidas pelo utilizador e aplicações associadas que contenham parâmetros. A entidade **SettingGroups** do dispositivo lógico indica qual o grupo atualmente ativo.

É possível mudar a gama de parâmetros ativo manualmente durante a execução, utilizando a HMI local ou ferramentas de engenharia, e automaticamente através de automação programável. Por defeito, a gama de parâmetros ativa é a 1 e este valor será utilizado até que outro seja selecionado. Não é possível definir um valor por defeito diferente ao configurar o dispositivo.

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

5.2 DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR

5.2.1 INTRODUÇÃO

A proteção diferencial de transformador é a função de aplicação principal do relé. É uma unidade de proteção apropriada para a proteção de transformadores, incluindo transformadores de dois ou três enrolamentos, reatores shunt, reatores de derivação ou unidades gerador-transformador. Pode ser perfeitamente aplicado nas topologias mais complexas de barramento e de disjuntor, pois suporta até seis entradas trifásicas de corrente de restrição para proteção diferencial, proporcionando uma zona protegida que reside na área que é limitada por elas.

A proteção diferencial de transformador está preparada para detetar seletivamente falhas internas com correntes de defeito baixas, oferecendo alta imunidade contra fenómenos de magnetização, sobreexcitação e defeitos externos que provoquem a saturação dos transformadores de intensidade (TIs). A compensação das relações de transformação dos TIs e do grupo de ligações do transformador é automaticamente efetuada, evitando a utilização de TIs em interposição. A eliminação da sequência zero é feita internamente quando necessário.

5.2.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões diferenciais independentes: o primeiro escalão é um escalão de disparo de alta velocidade, enquanto que o segundo escalão é limitado por uma característica de estabilização e um bloqueio adicional de sobreexcitação e de deteção da corrente de magnetização (*inrush*). Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração da configuração (parâmetro **StxOperation**, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção Diferencial de Transformador monitoriza continuamente o resultado da soma dos vetores de todas as correntes associadas nos canais analógicos ligados às entradas **IP**, **IOP**, **IS**, **IOS** e **It** de corrente da função. Num caso normal, o objeto protegido deve sempre transportar a mesma corrente. Devido a este facto, o resultado da soma dos vetores deve ser teoricamente zero. Se aparecer um defeito dentro da zona protegida, o resultado da soma será diferente de zero. Na maioria dos casos, as correntes trifásicas serão supervisionadas, mas a função pode ser utilizada noutros cenários, por exemplo: em aplicações monofásicas.

Quando utilizada com transformadores de potência, em geral, as correntes secundária e terciária não são diretamente comparáveis. Assim, é necessário compensar o rácio de transformação e o grupo de ligação do transformador de potência protegido. Juntamente a esta compensação, a proteção também deve compensar a diferença entre rácios dos TIs utilizados. Para obter correntes comparáveis, todo o sistema é reduzido ao enrolamento primário e todas as compensações são realizadas através dos primeiros nove parâmetros mostrados na Tabela 5.12. Ao adicionar a esta informação os rácios de cada TI associado à aplicação, a compensação pode ser realizada utilizando a seguinte expressão genérica, assumindo que todas as correntes estão a fluir para o objeto protegido:

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} I_{d1} \\ I_{d2} \\ I_{d3} \end{bmatrix} &= [G_P] \cdot \begin{bmatrix} I_{L1P} \\ I_{L2P} \\ I_{L3P} \end{bmatrix} + \frac{C_{1N}}{3} \cdot \begin{bmatrix} I_{NP} \\ I_{NP} \\ I_{NP} \end{bmatrix} + [G_s] \cdot C_2 \cdot \begin{bmatrix} I_{L1s} \\ I_{L2s} \\ I_{L3s} \end{bmatrix} + \frac{C_{2N}}{3} \cdot \begin{bmatrix} I_{Ns} \\ I_{Ns} \\ I_{Ns} \end{bmatrix} + [G_n] \cdot C_n \cdot \begin{bmatrix} I_{L1n} \\ I_{L2n} \\ I_{L3n} \end{bmatrix} + \\
 &+ \frac{C_{nN}}{3} \cdot \begin{bmatrix} I_{Nn} \\ I_{Nn} \\ I_{Nn} \end{bmatrix} + \dots
 \end{aligned}
 \tag{5.1}$$

Em que:

Tabela 5.7. Significado dos termos utilizados na expressão acima.

Identificador	Significado
I_{d1}	Corrente diferencial na fase 1
I_{d2}	Corrente diferencial na fase 2
I_{d3}	Corrente diferencial na fase 3
$[G_p]$	Matriz três por três com fatores de grupo de ligação de enrolamento primário
C_{1N}	Fator de compensação do rácio da corrente residual de enrolamento primário
I_{NP}	Corrente residual de enrolamento primário
$[G_s]$	Matriz três por três com fatores de grupo de ligação de enrolamento secundário
C_2	Fator de compensação do rácio de enrolamento secundário
C_{2N}	Fator de compensação do rácio da corrente residual de enrolamento secundário
I_{Ns}	Corrente residual de enrolamento secundário
$[G_n]$	Matriz três por três de fatores de grupo de n ligações
C_n	Fator de compensação do rácio n de enrolamento
C_{nN}	Fator de compensação do rácio n da corrente residual de enrolamento
I_{L1P}	Corrente da fase primária 1
I_{L2P}	Corrente da fase primária 2
I_{L3P}	Corrente da fase primária 3
I_{L1s}	Corrente da fase secundária 1
I_{L2s}	Corrente da fase secundária 2
I_{L3s}	Corrente da fase secundária 3
I_{L1n}	Corrente da fase 1 de enrolamento n
I_{L2n}	Corrente da fase 2 de enrolamento n
I_{L3n}	Corrente da fase 3 de enrolamento n

No enrolamento de referência (primário), a matriz $[G_{Prim}]$ é representada por $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ ou, em alternativa, se a componente homopolar for removida, por $\frac{1}{3} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$. Nos outros enrolamentos, a matriz é calculada ao substituir o grupo de ligação "k" na seguinte matriz:

$$G(k) = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{k\pi}{6}\right) & \cos\left(\frac{(k+4)\pi}{6}\right) & \cos\left(\frac{(k-4)\pi}{6}\right) \\ \cos\left(\frac{(k-4)\pi}{6}\right) & \cos\left(\frac{k\pi}{6}\right) & \cos\left(\frac{(k+4)\pi}{6}\right) \\ \cos\left(\frac{(k+4)\pi}{6}\right) & \cos\left(\frac{(k-4)\pi}{6}\right) & \cos\left(\frac{k\pi}{6}\right) \end{bmatrix} \tag{5.2}$$

Os fatores de relação são sempre calculados utilizando:

$$C = \frac{I_{NomCT} U}{I_{NomCTreferencewinding} U_{referencewinding}} \tag{5.3}$$

Em que:

Tabela 5.8. Significado dos termos utilizados na expressão acima.

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

A Proteção Diferencial de Transformador pode ser utilizada com um máximo de seis pontos de medição físicos de três fases, ao associar grupos de soma derivados a entradas de corrente de fase (**IP**, **Is** e **It**) e também suporta a inclusão de mais dois pontos adicionais de medição físicos neutros, para aumentar a sensibilidade. Assume-se que todas as correntes estão a fluir para o objeto projetado. Isto é representado na Figura 5.3.



A associação de grupos de soma derivados às entradas de corrente da aplicação não é válida se os rácios dos TI, utilizados nos grupos de soma derivados, não forem iguais.

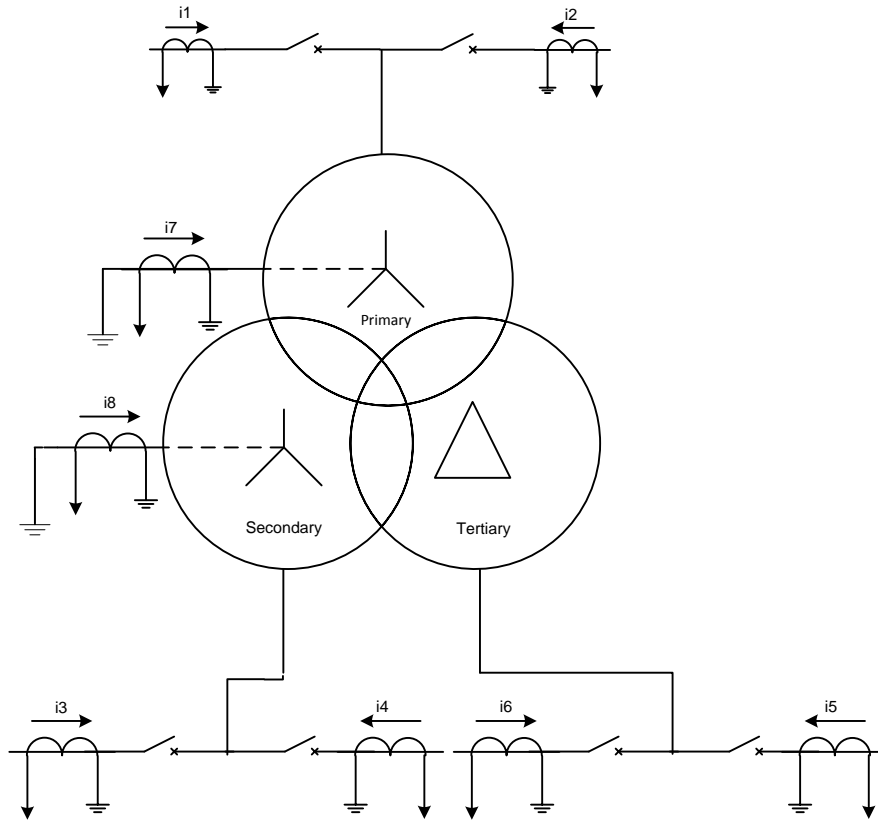


Figura 5.3. Número máximo de pontos de medição físicos suportados pela diferencial de transformador.

A função de proteção é executada num modo de esquema completo, o que significa que existem elementos de proteção separados para a monitorização de cada entrada de corrente. O arranque e disparo da função são independentemente sinalizados para cada fase e escalão, se as condições de funcionamento forem verificadas.

Também existe arranque e disparo geral de saídas para cada escalão. Estes correspondem ao OR lógico das saídas de fase, ou seja, são ativadas, respetivamente, se pelo menos um arranque ou disparo da fase está ativo.

O arranque de escalão e disparo são assinalados quando a amplitude da corrente diferencial calculada satisfaz as condições definidas nas configurações de cada escalão. Uma histerese incorporada entre o arranque e os níveis de rearme garante a estabilidade adequada do painel das saídas da função. O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relativamente à corrente primária nominal do TI que está associada à entrada do canal analógico **IP**.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \tag{5.4}$$

Para todos os escalões, o limiar de operação tem um intervalo de configurações alargado que permite escolher diferentes níveis de sensibilidade para a deteção de defeitos e que permite também a implementação de esquemas de coordenação de proteção diferentes.

Escalão sem restrições

O primeiro escalão é um escalão de alta velocidade preparado para disparar no caso de correntes diferenciais muito elevadas, quando não existe dúvida da presença de uma falha interna. O seu funcionamento não é restringido por nenhuma condição de bloqueio, tais como as utilizadas para deteção de corrente de magnetização.

O arranque do escalão é sinalizado quando a amplitude da corrente diferencial calculada é superior ao limiar definido no parâmetro da fase correspondente (**St1lop**). O disparo é sempre instantâneo. O escalão reinicia quando a amplitude da corrente diferencial é inferior a 96 % da configuração.

Para obter tempos de disparo mais rápidos para correntes muito elevadas é utilizado um algoritmo de comparação de amostras.

Escalão restringido

O segundo escalão é mais sensível que o primeiro na detecção de falhas internas. No entanto, a sua sensibilidade é limitada pelo erro de medição que afeta o cálculo da corrente diferencial. Como o erro é aproximadamente proporcional ao valor da corrente diferencial que é suposto ser calculada, a característica restrita é obtida ao comparar a corrente diferencial com uma imagem da corrente que flui na zona protegida. Esta imagem é conhecida como a grandeza de restrição (I_{res}) e é calculada como o máximo dos módulos das correntes da fase que contribuem para a corrente diferencial.

$$I_{rest} = Max \left(\left[\begin{array}{c|c|c|c} I_{P1} & I_{s1} & I_{t1} & \dots \\ \hline I_{P2} & I_{s2} & I_{t2} & \dots \\ \hline I_{P3} & I_{s3} & I_{t3} & \dots \end{array} \right] \right) \tag{5.5}$$

Em que:

Tabela 5.9. Significados dos termos utilizados na expressão acima

Identificador	Significado
I_{rest}	Grandeza de restrição
I_{P1}	Corrente primária da fase 1 [A]
I_{P2}	Corrente primária da fase 2 [A]
I_{P3}	Corrente primária da fase 3 [A]
I_{s1}	Corrente secundária da fase 1 [A]
I_{s2}	Corrente secundária da fase 2 [A]
I_{s3}	Corrente secundária da fase 3 [A]
I_{t1}	Corrente terciária da fase 1 [A]
I_{t2}	Corrente terciária da fase 2 [A]
I_{t3}	Corrente terciária da fase 3 [A]

A característica do escalão de restrição tem três zonas. A primeira zona é a mais sensível e para ocorrer um disparo, a corrente diferencial deve apenas superar a corrente definida em **St2MinCurrValue**. A segunda zona, que consiste num segmento de linha que cruza a origem, adiciona um declive mínimo (**St2Slope1Value**) para lidar com correntes diferenciais falsas que possam aparecer devido a erros adicionais no TI quando as correntes que fluem através dele são superiores ao esperado. A terceira zona, que reside na área onde a grandeza de restrição ultrapassa o parâmetro **St2SlopeSwitchValue** configurado, acrescenta um declive mais pronunciado para lidar com os erros adicionais produzidos pela saturação elevada dos TIs devido às elevadas correntes de defeito. Neste sentido, a característica do escalão restrito irá tomar forma como ilustrado na Figura 5.4.

Este escalão também pode ser afetado por um bloqueio harmónico ou de análise forma de onda, se configurado, e por um algoritmo discriminador de defeitos, que deteta falhas externas que podem gerar falsas correntes diferenciais devido às diferentes características de magnetização dos TIs.

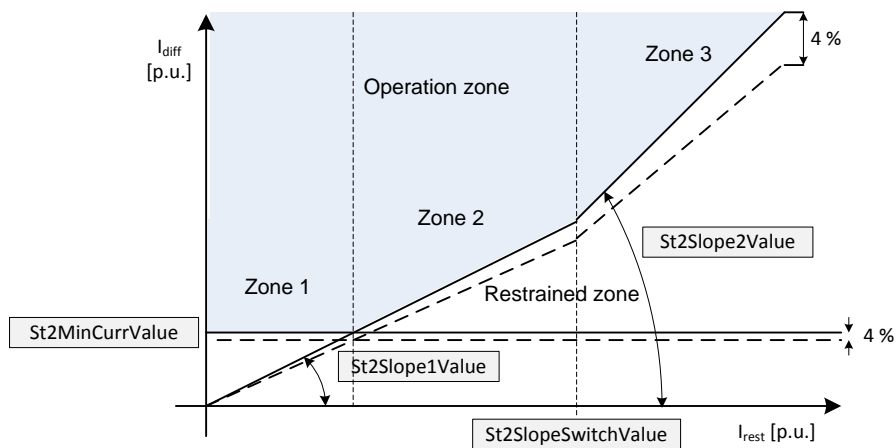


Figura 5.4. Características do escalão restrito.

Elementos de Restrição

Além da grandeza de restrição, o disparo do escalão restrito pode ser bloqueado por três elementos de restrição adicionais. Estes elementos podem ser ativados através da definição do parâmetro **RestraintMode**. A definição deste parâmetro permite utilizar todos os elementos em todas as combinações que o utilizador possa exigir. Os elementos adicionais que estão disponíveis são os seguintes:

- ◆ Bloqueio da segunda harmónica;
- ◆ Bloqueio da quinta harmónica;
- ◆ Bloqueio da forma de onda.

Bloqueio contra Corrente de Magnetização

O bloqueio contra corrente de magnetização pode ser alcançado através da utilização do elemento de bloqueio da segunda harmónica e/ou do elemento de bloqueio da forma de onda. O elemento que faz uso da segunda harmónica bloqueia o disparo do escalão restrito se a percentagem da mesma nos sinais de corrente da fase for superior ao valor predefinido. O rácio máximo entre a segunda harmónica e a componente da frequência fundamental, acima do qual a função é bloqueada, é definido no parâmetro **St2Ratio2h**. Uma histerese incorporada garante uma estabilidade adequada das saídas da função.

Há elementos separados de bloqueio que monitorizam a corrente de cada fase. Podem operar independentemente ou pode ser configurado um bloqueio transversal entre fases distintas. Se o parâmetro **St2CrossBlock2h** for definido para o valor **ONE-OF-THREE**, todas as três fases serão bloqueadas se for detetada uma relação elevada de segunda harmónica em, pelo menos, uma delas; se o parâmetro **St2CrossBlock2h** for definido para o valor **TWO-OF-THREE**, o bloqueio transversal só será ativado se as condições de bloqueio contra corrente de magnetização forem satisfeitas simultaneamente em duas fases.

O bloqueio transversal da segunda harmónica pode ser temporário através da definição de um intervalo de tempo para o parâmetro **St2CrossBlock2hTime**.

O elemento que faz uso da forma de onda para detectar a presença da corrente de magnetização utiliza um algoritmo livre de configuração, que analisa a forma de onda das correntes diferenciais. Este elemento é muito útil nos casos em que o conteúdo harmónico não é suficiente para bloquear o disparo, no entanto, a forma das ondas de corrente identifica, sem qualquer dúvida, que a corrente diferencial se deve a fenómenos de magnetização. Este elemento possui elementos de bloqueio separados, que monitorizam a corrente de cada fase de modo independente, e os sinais de bloqueio (**St2WaveFormBlockA**, **St2WaveFormBlockB** e **St2WaveFormBlockC**) são somente ativados quando o elemento deteta uma corrente diferencial que, por si só, deve resultar num disparo. Há também uma saída geral de indicação do bloqueio da forma de onda (**St2WaveFormBlock**) que se torna ativa se, pelo menos, uma indicação de fase for ativada.

Sobrecitação

A restrição da sobrecitação pode ser alcançada através da utilização do elemento de bloqueio da quinta harmónica. O elemento da quinta harmónica bloqueia o disparo do escalão restrito se a percentagem de quinta harmónica nos sinais de corrente da fase for superior ao valor predefinido. A relação máxima entre a quinta harmónica e a componente de

frequência fundamental, acima da qual a função é bloqueada, é definida no parâmetro **St2Ratio5h**. Uma histerese incorporada garante uma estabilidade adequada das saídas da função.

Há elementos separados de bloqueio que monitorizam a corrente de cada fase. Podem operar independentemente ou pode ser configurado um bloqueio transversal entre fases distintas. Se o parâmetro **St2CrossBlock5h** for definido para o valor **ONE-OF-THREE**, todas as três fases serão bloqueadas se for detetado um rácio da quinta harmónica em, pelo menos, uma delas; se o parâmetro **St2CrossBlock5h** for definido para o valor **TWO-OF-THREE**, o bloqueio transversal só será ativado se as condições de bloqueio contra corrente de sobreexcitação forem satisfeitas simultaneamente em duas fases.

Modo de Teste

A Proteção Diferencial de Transformadores pode ser colocada em modo de teste independentemente de outras funções (parâmetro **TestMode**). Também pode estar em modo de teste se o Dispositivo Lógico que desempenha esta função for colocado no modo de teste. Quando a aplicação está em modo de teste, as suas saídas são somente processadas pelas aplicações que também estão em modo de teste. Este mecanismo permite a validação das interações entre grupos específicos de aplicações, sem afetar as restantes que não estão em modo de teste.

Medidas

A Proteção Diferencial de Transformadores tem as seguintes medidas disponíveis:

- ◆ Correntes diferenciais de frequência fundamental;
- ◆ Correntes diferenciais de segunda harmónica;
- ◆ Correntes diferenciais de quinta harmónica;
- ◆ Grandeza de restrição (amplitude apenas).

Estão disponíveis no HMI Local, no servidor Web incorporado ou através de protocolo de comunicação, e, por conseguinte, podem ser utilizadas para verificar se a função está a funcionar corretamente (validação de parâmetros, polaridade dos TIs, etc.).

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**), uma saída de bloqueio geral da função (**Block**) e um bloqueio de falha do transformador de corrente (**Falha TI**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado às entradas **IP** e **Is** (a entrada **It** é opcional);
- ◆ Os canais analógicos associados às entradas (**IP**, **Is** e opcionalmente **It**) não forem correntes;
- ◆ Os canais analógicos de corrente associados às entradas (**IP**, **Is** e opcionalmente **It**) não forem do mesmo tipo;
- ◆ Os canais analógicos de corrente associados às entradas (**IP**, **Is** e opcionalmente **It**) não representarem simultaneamente sistemas trifásicos fase-neutro completos.
- ◆ Os canais analógicos de corrente associados às entradas (**IP**, **Is** e opcionalmente **It**) não representarem simultaneamente sistemas trifásicos fase-neutro incompletos, onde apenas uma das fases de corrente esteja disponível;
- ◆ Existir uma falta de coerência nas fases disponíveis quando os canais associados a **IP**, **Is** e opcionalmente **It** apenas tiverem uma fase disponível;
- ◆ Os canais associados a **IOP** ou **IOs** não representarem uma corrente neutra separada;
- ◆ Houver canais associados a **IOP** ou **IOs** quando o valor do parâmetro **TransformerType** for definido para **AUTO-TRANSFORMER**;
- ◆ O valor do parâmetro **TransformerType** for definido para **AUTO-TRANSFORMER** e o valor do parâmetro **SecondaryVectorGroup** for diferente do valor **0 DEGREES**;
- ◆ A aplicação tiver definido nas suas configurações grupos de ligações de índice horário ímpar quando os tipos de enrolamento forem iguais ou se tiver grupos de ligações de índice horário par quando os tipos de enrolamento forem diferentes;

- ♦ A configuração do grupo de ligações for diferente dos valores **0 DEGREES** ou **180 DEGREES** quando a aplicação tiver uma fase válida para a associação de canais de corrente fase-neutro e o transformador for regular.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.2.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função estão listadas nas Tabela 5.10 e Tabela 5.11, respetivamente.

Tabela 5.10. Entradas da função do Diferencial de transformador.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
IP	IP	ANL CH	-	Corrente do enrolamento primário
IOP	IOP	ANL CH	-	Corrente do neutro do enrolamento primário
Is	Is	ANL CH	-	Corrente do enrolamento secundário
IOs	IOs	ANL CH	-	Corrente do neutro do enrolamento secundário
It	It	ANL CH	-	Corrente do enrolamento terciário
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
CTFail	Falha TI	DIG	5	Falha do transformador de corrente

Tabela 5.11. Saídas da função do Diferencial de transformador.

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 escalão 1, fase A
St1PickupB	Esc1 Arranque B	DIG	-	Arranque escalão 1, fase B
St1PickupC	Esc1 Arranque C	DIG	-	Arranque escalão 1, fase C
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
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
St1Trip	Esc1 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 1
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
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 2
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
St2Trip	Esc2 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 2
St2SecHarmBlockA	Bloq Seg Harm A	DIG	-	Arranque bloqueio de segunda harmónica, fase A
St2SecHarmBlockB	Bloq Seg Harm B	DIG	-	Arranque bloqueio de segunda harmónica, fase B
St2SecHarmBlockC	Bloq Seg Harm C	DIG	-	Arranque bloqueio de segunda harmónica, fase C
St2SecHarmBlock	Bloq Seg Harm	DIG	-	Arranque geral bloqueio de segunda harmónica
St2WaveFormBlockA	Bloq Form Onda A	DIG	-	Bloqueio do inrush por análise da forma de onda, fase A
St2WaveFormBlockB	Bloq Form Onda B	DIG	-	Bloqueio do inrush por análise da forma de onda, fase B
St2WaveFormBlockC	Bloq Form Onda C	DIG	-	Bloqueio do inrush por análise da forma de onda, fase C
St2WaveFormBlock	Bloq Form Onda	DIG	-	Bloqueio do inrush por análise da forma de onda
St2FifthHarmBlockA	Bloq Qui Harm A	DIG	-	Arranque bloqueio de quinta harmónica, fase A
St2FifthHarmBlockB	Bloq Qui Harm B	DIG	-	Arranque bloqueio de quinta harmónica, fase B
St2FifthHarmBlockC	Bloq Qui Harm C	DIG	-	Arranque bloqueio de quinta harmónica, fase C
St2FifthHarmBlock	Bloq Qui Harm	DIG	-	Arranque bloqueio de quinta harmónica
RestCurrent	Corrente Rest	ANL	-	Corrente restritiva
DiffCurrentA	Corrente Dif A	CPX ANL	-	Corrente diferencial na fase A
DiffCurrentB	Corrente Dif B	CPX ANL	-	Corrente diferencial na fase B
DiffCurrentC	Corrente Dif C	CPX ANL	-	Corrente diferencial na fase C
SecondHarmA	Corr Seg Harm A	CPX ANL	-	Segunda harmónica de corrente na fase A
SecondHarmB	Corr Seg Harm B	CPX ANL	-	Segunda harmónica de corrente na fase B
SecondHarmC	Corr Seg Harm C	CPX ANL	-	Segunda harmónica de corrente na fase C
FifthHarmA	Corr Qui Harm A	CPX ANL	-	Quinta harmónica de corrente na fase A
FifthHarmB	Corr Qui Harm B	CPX ANL	-	Quinta harmónica de corrente na fase B
FifthHarmC	Corr Qui Harm C	CPX ANL	-	Quinta harmónica de corrente na fase C

5.2.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12. Parâmetros da função do Diferencial de transformador.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
PrimaryWindingType	Tipo de Enr Prim	WYE / DELTA	WYE	Tipo de enrolamento primário
SecondaryWindingType	Tipo de Enr Sec	WYE / DELTA	WYE	Tipo de enrolamento secundário
TertiaryWindingType	Tipo de Enr Ter	WYE / DELTA	WYE	Tipo de enrolamento terciário
SecondaryVectorGroup	Índice Horário Sec	0 GRAUS / 30 GRAUS LAG / 60 GRAUS LAG / 90 GRAUS LAG / 120 GRAUS LAG / 150 GRAUS LAG / 180 GRAUS LAG / 150 GRAUS LEAD / 120 GRAUS LEAD / 90 GRAUS LEAD / 60 GRAUS LEAD / 30 GRAUS LEAD	0 GRAUS	Índice horário do secundário
TertiaryVectorGroup	Índice Horário Ter	0 GRAUS / 30 GRAUS LAG / 60 GRAUS LAG / 90 GRAUS LAG / 120 GRAUS LAG / 150 GRAUS LAG / 180 GRAUS LAG / 150 GRAUS LEAD / 120 GRAUS LEAD / 90 GRAUS LEAD / 60 GRAUS LEAD / 30 GRAUS LEAD	0 GRAUS	Índice horário do terciário
TransformerType	Tipo de Transf	TRANSFORMADOR / AUTO-TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR	Tipo de transformador
PrimaryVoltage	Tensão no Prim	[0,01..2000,0] kV	400,0	Tensão do enrolamento primário
SecondaryVoltage	Tensão no Sec	[0,01..2000,0] kV	220,0	Tensão do enrolamento secundário
TertiaryVoltage	Tensão no Ter	[0,01..2000,0] kV	10,0	Tensão do enrolamento terciário
TestMode	Modo de Teste	OFF / ON	OFF	Função em modo de teste
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Iop	Esc1 Iop	[1,0..25,0] × I _r	2,0	Limiar de operação do escalão 1

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2MinCurrValue	Esc2 Iop Min	$[0,1..1,0] \times I_r$	0,1	Limiar mínimo de operação do escalão 2
St2Slope1Value	Esc2 Declive 1	$[0,1..1,0] I_{diff}/I_{bias}$	0,1	Declive 1 da característica do escalão 2
St2Slope2Value	Esc2 Declive 2	$[0,5..2,0] I_{diff}/I_{bias}$	0,5	Declive 2 da característica do escalão 2
St2SlopeSwitchValue	Troca de Declive	$[1,0..20,0] \times I_r$	1,0	Valor da corrente restritiva de troca de declive
St2RestraintMode	Tipo de Bloqueios	NENHUM / 2H / 5H / 2H E 5H / FORMA DE ONDA / 2H E FORMA DE ONDA / 5H E FORMA DE ONDA / 2H, 5H E FORMA DE ONDA	2H E FORMA DE ONDA	Seleção do tipo de bloqueios
St2Ratio2h	Percentagem de 2h	$[0,1..1,0] I_{2h}/I_{1h}$	0,1	Limiar de operação do bloqueio de segunda harmónica
St2CrossBlock2h	Bloq 2h Cruzado	OFF / UM-DE-TRÊS / DUAS-DE-TRÊS	UM-DE-TRÊS	Operação do bloqueio harmónico cruzado de 2h
St2CrossBlock2hTime	Dur Bq 2h Cruzado	$[0..15000]$ ms	0	Duração do bloqueio harmónico cruzado de 2h
St2Ratio5h	Percentagem de 5h	$[0,1..1,0] I_{5h}/I_{1h}$	0,1	Limiar de operação do bloqueio de quinta harmónica
St2CrossBlock5h	Bloq 5h Cruzado	OFF / UMA-DE-TRÊS / DUAS-DE-TRÊS	OFF	Operação do bloqueio harmónico cruzado de 5h

5.3 DIFERENCIAL RESTRITA DE TERRA

5.3.1 INTRODUÇÃO

A protecção diferencial restrita de terra tem como objectivo detectar defeitos entre as fases e a terra e complementa a Protecção Diferencial de fases. A sua combinação de sensibilidade e rapidez permite detetar e eliminar, em poucos milissegundos, defeitos monofásicos à terra dentro da área definida pelos transformadores de corrente associados a esta função.

5.3.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Esta função tem apenas um escalão disponível. A operação do escalão é restrita por uma característica de estabilização e por dois tipos de discriminadores de defeitos. Um deles é baseado num algoritmo sem parametrizações de utilizador que trabalha sobre as amostras das correntes e o outro baseia-se numa característica direccional opcional (**DirDiscOperation**) com um ângulo de funcionamento definido pelo utilizador (**OperationAngle**).

Princípio de Medição

O princípio básico de operação da função Diferencial Restrita de Terra consiste na comparação do vetor da corrente residual medida no ponto de ligação à terra com o vetor da corrente residual calculada a partir da soma das correntes nas fases ($I_1+I_2+I_3$). Este tipo de protecção é recomendado quando o neutro está ligado à terra através da utilização de uma impedância de baixo valor. Uma vez que esta protecção utiliza correntes residuais (correntes homopolares multiplicadas por três), não é afetada pelo grupo de ligações do transformador, pelo comutador de derivação, pelas correntes de magnetização e, finalmente, pela sobreexcitação da máquina. No entanto, nos casos em que os transformadores de corrente estão saturados, poderão ocorrer falsas correntes diferenciais residuais, devendo aplicar-se alguns métodos de estabilização para prevenir disparos incorretos.

A função está preparada para proteger uma zona definida por cinco transformadores de corrente através da utilização de dois grupos soma, associados ao enrolamento, conforme pode ver-se na Figura 5.5.

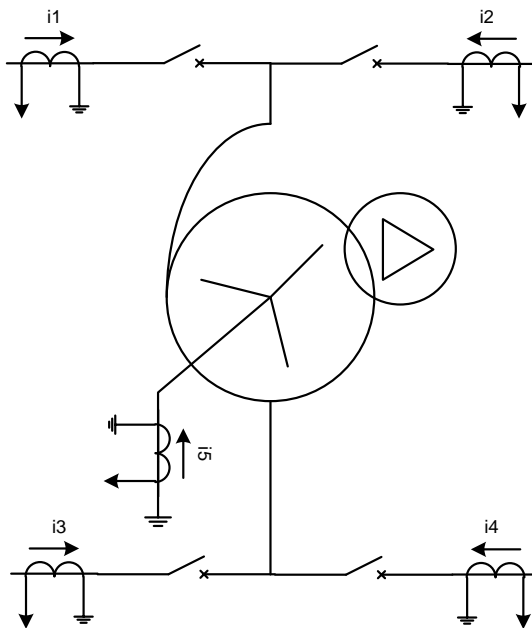


Figura 5.5. Zona de cinco transformadores de corrente numa Protecção Restrita de Terra aplicada a um Autotransformador.



A associação dos grupos de soma derivados às entradas de corrente da aplicação só é válida se os rácios dos TIs que são utilizados no grupo forem idênticas.

Neste sentido, ao aplicarmos os fatores de compensação do TI e tendo em consideração que todas as correntes estão a fluir para a zona protegida, podemos calcular a corrente diferencial residual, utilizando a equação seguinte:

$$[I_{d0}] = [i_{1L1} + i_{1L2} + i_{1L3} + i_{2L1} + i_{2L2} + i_{2L3}] + C_2 \cdot [i_{3L1} + i_{3L2} + i_{3L3} + i_{4L1} + i_{4L2} + i_{4L3}] + C_N \cdot [i_5] \quad (5.6)$$

Em que:

Tabela 5.13. Significados dos termos utilizados na expressão acima

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

Sendo que os fatores de rácio (C_x) são sempre calculados através da equação seguinte:

$$C = \frac{I_{NomCT}}{I_{NomCT\ reference\ winding}} \frac{U}{U_{reference\ winding}} \quad (5.7)$$

Em que:

Tabela 5.14. Significado dos termos utilizados na expressão acima.

Identificador	Significado
C	Fator de compensação do rácio
I_{NomCT}	Corrente nominal do TI [A]
$I_{NomCT\ reference\ winding}$	Corrente nominal da fase de enrolamento TI de referência [A]
U	Tensão nominal do enrolamento [kV]
$U_{reference\ winding}$	Tensão nominal do enrolamento de referência [kV]

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, relacionado com a corrente nominal primária do TI que é associado à entrada do canal analógico **I1**.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.8)$$

Característica de Polarização

Conforme referido anteriormente, o cálculo da corrente diferencial residual não é suscetível à mesma quantidade de erros que os que afetam o cálculo da corrente diferencial nas fases. Na verdade, a única restrição desta operação é a saturação dos TIs. Por conseguinte, para atingir algum grau de restrição nesses casos, a função tem uma característica de operação restritiva que depende de uma grandeza de restrição (I_{res}), que, por sua vez, reflete a amplitude de corrente que flui nos transformadores de corrente. A grandeza de restrição é calculada da seguinte maneira:

$$I_{res} = \text{Max}(|I_N|, |I_{1CT1}|, |I_{2CT1}|, |I_{3CT1}|, |I_{1CT2}|, |I_{2CT2}|, |I_{3CT2}|, |I_{1CTn}|, |I_{2CTn}|, |I_{3CTn}|, \dots) \quad (5.9)$$

Em que:

Tabela 5.15. Significado dos termos utilizados na expressão acima.

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

Identificador	Significado
I_{1CTn}	Corrente da fase 1 do transformador de corrente n [A]
I_{2CTn}	Corrente da fase 2 do transformador de corrente n [A]
I_{3CTn}	Corrente da fase 3 do transformador de corrente n [A]

Ao utilizarmos a corrente restritiva, temos uma noção em qual dos transformadores de corrente é que a saturação poderá ocorrer primeiro e podemos definir uma característica com duas zonas distintas. A primeira zona é independente da grandeza de restrição e a separação do disparo da zona de não disparo é efetuada apenas através de uma grandeza mínima de corrente diferencial definida pelo utilizador (**MinCurrValue**). Na segunda zona que se situa acima de uma grandeza de restrição (**SlopeSwitchValue**) definida pelo utilizador, a grandeza de corrente necessária para o disparo é aumentada de acordo com um declive definido pelo utilizador (**SlopeValue**). É apresentada uma ilustração da característica na Figura 5.6.

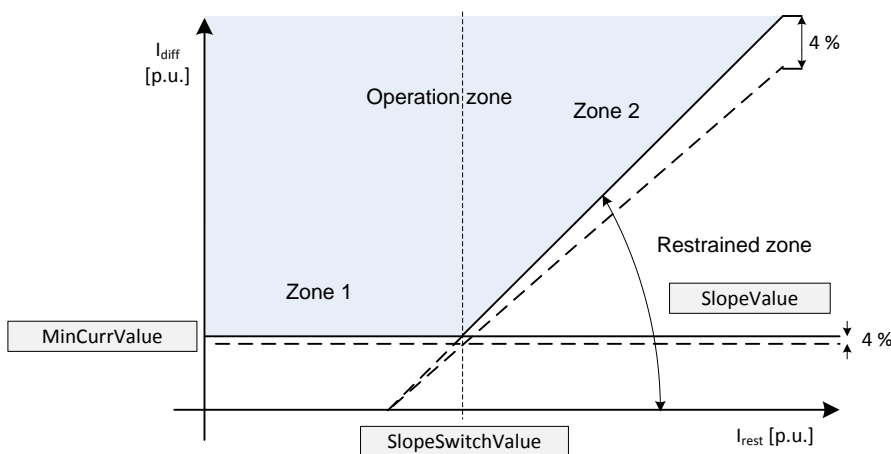


Figura 5.6. Característica da Proteção Restrita de Terra.

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

Discriminação de Defeitos

Além da grandeza de restrição, o disparo da aplicação pode ser bloqueado por dois elementos restritivos adicionais. Um desses elementos usa um algoritmo livre de configuração para analisar as amostras de correntes diferenciais, a fim de determinar se o defeito envolve a 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 executa uma verificação direcional através de um ângulo de operação definido pelo utilizador (**OperationAngle**), o qual separa a zona de operação da zona restrita. Este algoritmo baseia-se nos seguintes critérios:

- ◆ Se o defeito à terra for interno, então o ângulo teórico entre a corrente residual medida no neutro e a corrente residual, calculada a partir das correntes das fases do enrolamento, é igual a zero;
- ◆ Se o defeito for externo, então o ângulo teórico entre ambas as correntes é de 180°.

Se admitirmos a corrente residual medida no neutro como referência, uma vez que esta corrente tem sempre a mesma direção para todos os defeitos à terra, é possível realizarmos um controlo direcional para distinguir defeitos internos de defeitos externos.

Usando este princípio teórico e definindo o ângulo de operação do relé como o ângulo que define a zona de disparo à volta da corrente residual medida no neutro, podemos criar duas zonas numa característica polar que separa os defeitos internos

dos defeitos externos. Para evitar que alterações constantes na decisão dos limites de ambas as zonas, o critério apresenta um ângulo de banda morta de 5°. Por conseguinte, se não houver nenhuma decisão associada ao estado inicial e se o ângulo incidir na banda morta de 5° na zona de bloqueio, então o disparo não será bloqueado. Se o estado inicial estiver bloqueado, o disparo só será desarmado se o ângulo incidir abaixo do ângulo operacional do relé. Se o estado inicial estiver desbloqueado, o disparo só será bloqueado se o ângulo incidir acima do ângulo de operação do relé mais uma banda morta de 5°. A característica polar é ilustrada na Figura 5.7.

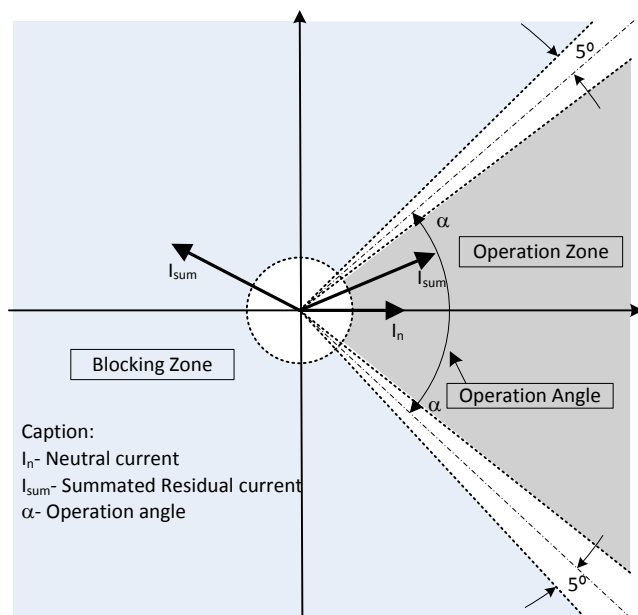


Figura 5.7. Característica direcional da proteção restrita de terra.

O controlo direcional só é executado se a amplitude de ambas as correntes for superior a 3 % da corrente nominal. Com esta característica, um α menor indica um modo de operação mais estável em condições significativas de defeitos externos. Se o controlo direcional não for fiável devido a correntes pequenas, então não será tomado em consideração na decisão de disparo da aplicação.

Modo de Teste

A função de Proteção Restrita de Terra pode ser colocada em modo de teste independentemente de outras funções (parâmetro **TestMode**). Também pode estar em modo de teste se o Dispositivo Lógico que desempenha esta função for colocado no modo de teste. Quando a aplicação está em modo de teste, as suas saídas são somente processadas pelas aplicações que também estão em modo de teste. Este mecanismo permite a validação das interações entre grupos específicos de aplicações, sem afetar as restantes que não estão em modo de teste.

Medidas

A função de Proteção Restrita de Terra dispõe das seguintes medidas disponíveis:

- ◆ Correntes diferenciais residuais de frequência fundamental;
- ◆ Grandeza de restrição (amplitude apenas).

Estão disponíveis no HMI Local, no servidor Web incorporado ou através de protocolos de comunicação, e, por conseguinte, podem ser utilizadas para verificar se a função está a funcionar corretamente (validação de parâmetros, polaridade do TI, etc.).

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**) e um bloqueio de falha do TI (**CTFail**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é assinalada na saída **Blocked** correspondente.

Condição da Função

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

- ◆ Não há nenhum canal analógico associado às entradas **I1** e **I0** (a entrada **I2** é opcional);
- ◆ Os canais analógicos associados à entrada **I1**, e opcionalmente à entrada **I2**, não representa um sistema trifásico fase-neutro completo;
- ◆ Os canais associados à entrada **I0** não representa uma corrente neutra separada.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.3.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função estão listadas na Tabela 5.16 e na Tabela 5.17, respetivamente.

Tabela 5.16. Entradas da função de Proteção Restrita de Terra.

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

Tabela 5.17. Saídas da função de Proteção Restrita de Terra.

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
Behaviour	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 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

5.3.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função estão listados na Tabela 5.18.

Tabela 5.18. Parâmetros da função de Proteção Restrita de Terra.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação da função
TestMode	Modo de Teste	OFF / ON	OFF	Função em modo de teste
MinCurrValue	I _{op} Mínimo	$[0,05..1,0] \times I_r$	0,05	Limiar mínimo de operação da função
SlopeSwitchValue	Troca de Declive	$[1,0..20,0] \times I_r$	1,0	Valor da corrente restritiva de troca de declive
SlopeValue	Valor Declive	$[0,0..1,0] I_{diff}/I_{bias}$	0,1	Declive da característica da função
TripDelayTime	Top	$[0..60000]$ ms	0	Tempo definido de operação da função
DirDiscOperation	Op Disc Dir	OFF / ON	OFF	Operação da discriminação direcional de defeitos
OperationAngle	Ângulo de Op	$[60,0..90,0]^\circ$	60,0	Ângulo de operação da discriminação direcional de defeitos

5.4 TELEDISPARO

5.4.1 INTRODUÇÃO

Em algumas aplicações pode ser necessário disparar um ou mais disjuntores remotos quando é detetado um defeito pelas funções de proteção locais. Este é o caso, por exemplo, de um transformador de potência dentro de uma zona de proteção da linha de transmissão, para a qual defeitos internos de corrente baixa no transformador só podem ser detetados pelas duas funções de proteção dedicadas, mas devem ser removidos pelo relé de proteção da extremidade da linha remota.

Por outro lado, a lógica do esquema de comunicação do Disparo de Transferência Direta pode ser implementada para proporcionar um disparo de alta velocidade independentemente da localização do defeito na linha protegida. Com este esquema, um defeito perto da extremidade da linha remota, fora da zona de proteção de um elemento de proteção de subbalcance local (normalmente a zona 1 da função de Proteção de Distância), pode ser instantaneamente removido se o disparo do relé de proteção correspondente no borne da outra linha for recebido.

Esta função também pode ser utilizada noutros esquemas definidos pelo utilizador, para emitir um disparo devido a qualquer sinal recebido de uma proteção externa ou de um dispositivo de controlo.

5.4.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Teledisparo pode ser ativada através da mudança da configuração (parâmetro **Operation**). Proporciona módulos separados para a lógica de transmissão e receção, pelo que pode ser utilizado apenas para a transmissão de um disparo de proteção local para um dispositivo remoto, apenas para um disparo devido à receção de um sinal externo, ou para ambas as aplicações.

Pode-se, portanto, implementar um esquema de Transferência Directa de Disparo por Subbalcance (DUTT - *Direct Underreach Transfer Trip*) (Figura 5.8). Para esse efeito, a função deve ser, normalmente, associada a uma zona de Proteção de Distância de subbalcance, configurada, por exemplo, para cobrir cerca de 80 % da linha protegida: o relé de proteção em cada borne da linha irá enviar o seu disparo local para a extremidade da linha remota e irá emitir um disparo não supervisionado se o sinal de disparo da extremidade da linha remota for recebido.



Figura 5.8. Esquema de Transferência Directa de Disparo por Subbalcance (DUTT).

A função de Teledisparo pode ser utilizada em associação com diferentes interfaces de comunicação, de acordo com as diversas opções disponíveis na TPU T450. Também pode ser associada a entradas e saídas digitais.

Lógica de Transmissão

A lógica da transmissão da função de Teledisparo é ilustrada na Figura 5.9.

Na maioria dos casos, este módulo pode ser ativado associando a saída **CBTrip** da função de Lógica de Disparo Trifásico (ou, em opção, o sinal de disparo das funções de proteção ou escalões selecionados) para a entrada de função **LocalTrip**. O sinal de saída **TxTrip** deve ser associado a um canal de comunicação remota de extremidade ou a uma saída digital, dependendo do meio de comunicação utilizado. No caso de linhas com três extremidades, **TxTrip** deve ser transmitido simultaneamente para ambas as extremidades de linha remota, ou seja, deve estar associado a dois canais de comunicação distintos de extremidades de linha remota ou a duas saídas digitais. O Teledisparo de extremidade resultante será sempre tripolar ao utilizar-se esta configuração.

Como alternativa, sinais de disparo segregados por fase podem ser transmitidos à extremidade remota se as entradas **LocalTripA**, **LocalTripB** e **LocalTripC** estiverem associadas, por exemplo, às saídas correspondentes de uma função de proteção ou a um escalão específicos. Os sinais de saída **TxTripA**, **TxTripB** e **TxTripC** devem ser configurados da mesma forma que **TxTrip** no exemplo anterior. Desde que não haja nenhuma confirmação, pela extremidade remota, da

informação recebida, esta configuração deve ser utilizada caso seja necessário um disparo monofásico remoto. O sinal de saída **TxTrip** também estará disponível para enviar à extremidade remota, como recepção lógica dos sinais de entrada trifásicos.

Seja qual for a opção escolhida, o(s) sinal(ais) transmitido(s) pode(m) ser alargado(s) para por um tempo predefinido (parâmetro **ProlongTime**) após o rearme do sinal de disparo de entrada. Isto garante uma duração mínima do impulso enviado, aumentando a fiabilidade geral do esquema lógico.

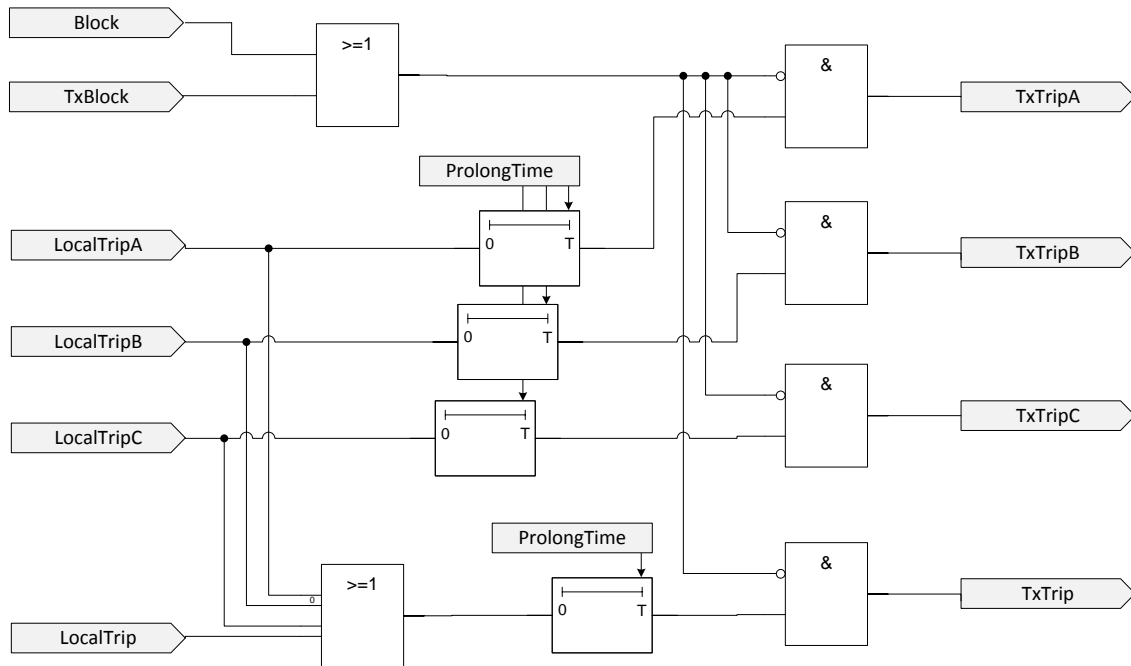


Figura 5.9. Lógica da transmissão de Teledisparo.

Lógica de Recepção

A lógica de recepção da função de Teledisparo é ilustrada na Figura 5.10.

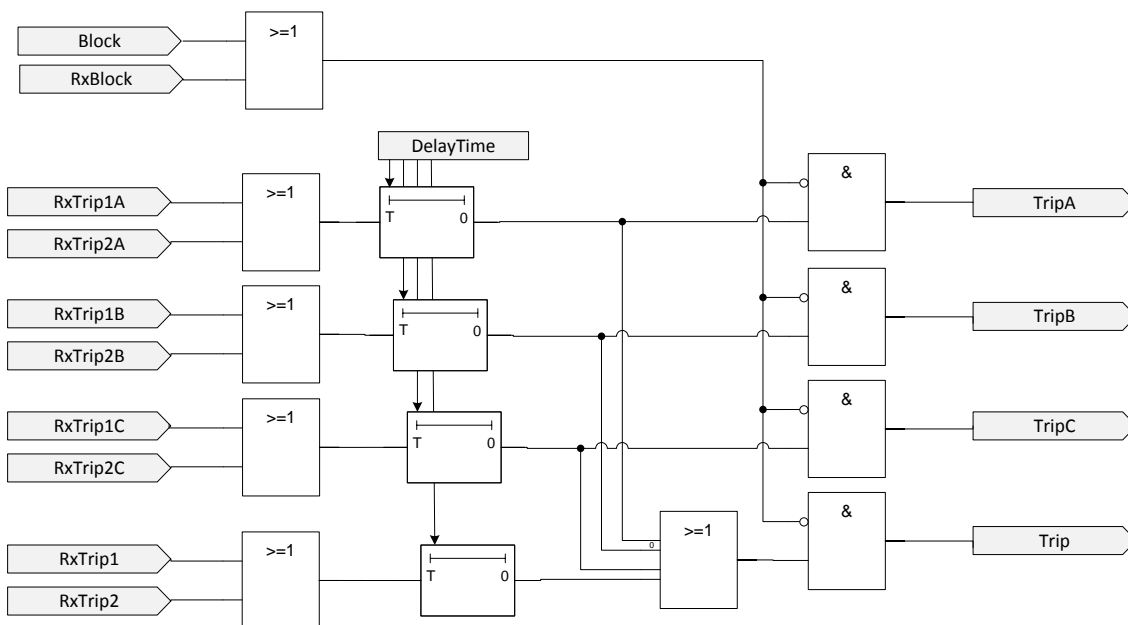


Figura 5.10. Lógica de recepção de Teledisparo.

Quando é apenas necessário um disparo tripolar, a entrada da função **RxTrip1** deve ser associada a um canal de comunicação da extremidade remota ou a uma entrada digital. No caso de linhas com três extremidades, deve utilizar-se ambas as entradas **RxTrip1** e **RxTrip2**, sendo que cada uma corresponde a um canal distinto. A recepção de qualquer um destes sinais conduz a um disparo não supervisionado, disponível na saída **Trip**.

A recepção de sinais de disparo segregados por fase é igualmente possível. Para esse efeito, as entradas **RxTrip1A**, **RxTrip1B** e **RxTrip1C** devem estar associadas a canais de comunicação da extremidade remota ou a entradas digitais. No caso de linhas com três extremidades, as entradas **RxTrip2A**, **RxTrip2B** e **RxTrip2C** também devem ser utilizadas. As saídas de disparo unipolar estão disponíveis nas saídas **TripA**, **TripB** e **TripC**. A recepção de qualquer um dos sinais da fase irá também emitir um sinal de disparo geral **Trip** (OR lógico das entradas individuais).

Os sinais recebidos também estão disponíveis como saídas da função para efeitos de registo de eventos.

A operação pode ser diferida por um período de tempo definido. Este tempo de atraso da operação é constante e pode ser configurado pelo utilizador no parâmetro **DelayTime**. Se o tempo operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo.

Condições de Bloqueio

A função proporciona uma entrada de bloqueio individual para transmissão e lógica de recepção (**TxBlock** e **RxBlock**, respetivamente) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

Cada condição de bloqueio é assinalada na saída correspondente (**TxBlocked**, **RxBlocked** e **Blocked**).

Condição da Função

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

- ◆ As entradas **RxTrip1**, **RxTrip1A**, **RxTrip1B**, **RxTrip1C**, **RxTrip2**, **RxTrip2A**, **RxTrip2B** e **RxTrip2C** estiverem todas desligadas.

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ A entrada **RxTrip1** e qualquer uma das entradas **RxTrip1A**, **RxTrip1B** ou **RxTrip1C** estiverem ligadas simultaneamente;
- ◆ A entrada **RxTrip2** e qualquer uma das entradas **RxTrip2A**, **RxTrip2B** ou **RxTrip2C** estiverem ligadas simultaneamente.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.4.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função estão listadas na Tabela 5.19 e na Tabela 5.20, respectivamente.

Tabela 5.19. Entradas da função de Teledisparo.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio da função
RxBlock	Rx Bloqueio	DIG	4	Bloqueio da lógica de recepção
TxBLOCK	Tx Bloqueio	DIG	4	Bloqueio da lógica de emissão
RxTrip1A	Rx Disparo 1 A	DIG	1	Recebe sinal de disparo do lado 1 fase A
RxTrip1B	Rx Disparo 1 B	DIG	1	Recebe sinal de disparo do lado 1 fase B
RxTrip1C	Rx Disparo 1 C	DIG	1	Recebe sinal de disparo do lado 1 fase C
RxTrip1	Rx Disparo 1	DIG	1	Recebe sinal de disparo do lado 1
RxTrip2A	Rx Disparo 2 A	DIG	1	Recebe sinal de disparo do lado 2 fase A
RxTrip2B	Rx Disparo 2 B	DIG	1	Recebe sinal de disparo do lado 2 fase B
RxTrip2C	Rx Disparo 2 C	DIG	1	Recebe sinal de disparo do lado 2 fase C
RxTrip2	Rx Disparo 2	DIG	1	Recebe sinal de disparo do lado 2
LocalTripA	Disparo Local A	DIG	16	Disparo local fase A
LocalTripB	Disparo Local B	DIG	16	Disparo local fase B
LocalTripC	Disparo Local C	DIG	16	Disparo local fase C
LocalTrip	Disparo Local	DIG	32	Disparo local geral

Tabela 5.20. Saídas da função de Teledisparo.

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
Behaviour	Modo Operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
RxBlocked	Rx Bloqueado	DIG	-	Lógica de recepção bloqueada
TxBLOCKED	Tx Bloqueado	DIG	-	Lógica de envio bloqueada
TxTripA	Tx Disparo A	DIG	-	Envia sinal de disparo fase A
TxTripB	Tx Disparo B	DIG	-	Envia sinal de disparo fase B
TxTripC	Tx Disparo C	DIG	-	Envia sinal de disparo fase C
TxTripC	Tx Disparo	DIG	-	Envia sinal de disparo geral
TripA	Disparo A	DIG	-	Disparo fase A
TripB	Disparo B	DIG	-	Disparo fase B
TripC	Disparo C	DIG	-	Disparo fase C
Trip	Disparo	DIG	-	Disparo geral

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
RxTrip1A	Rx Disparo 1 A	DIG	-	Sinal de disparo do lado 1 fase A recebido
RxTrip1B	Rx Disparo 1 B	DIG	-	Sinal de disparo do lado 1 fase B recebido
RxTrip1C	Rx Disparo 1 C	DIG	-	Sinal de disparo do lado 1 fase C recebido
RxTrip1	Rx Disparo 1	DIG	-	Sinal de disparo do lado 1 recebido
RxTrip2A	Rx Disparo 2 A	DIG	-	Sinal de disparo do lado 2 fase A recebido
RxTrip2B	Rx Disparo 2 B	DIG	-	Sinal de disparo do lado 2 fase B recebido
RxTrip2C	Rx Disparo 2 C	DIG	-	Sinal de disparo do lado 2 fase C recebido
RxTrip2	Rx Disparo 2	DIG	-	Sinal de disparo do lado 2 recebido

5.4.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.21.

Tabela 5.21. Parâmetros da função de Teledisparo.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
DelayTime	Tempo Atraso	[0..10000] ms	0	Tempo de atraso da lógica de recepção
ProlongTime	Tempo Prolongamento	[0..10000] ms	0	Tempo de prolongamento da lógica de envio

5.5 MÁXIMO DE CORRENTE DE FASE DIRECIONAL

5.5.1 INTRODUÇÃO

A Proteção contra Máximo de Corrente de Fase é capaz de discriminar condições de defeito desde que a amplitude da corrente em uma ou mais fases exceda a carga máxima esperada. Embora este princípio possa ser aplicado a todos os tipos de defeitos, é particularmente eficaz para defeitos bifásicos, pois a resistência do arco de defeito é normalmente baixa neste tipo de curto-circuitos, e o valor elevado de corrente permite um disparo seguro da função de proteção.

Nalgumas aplicações, tais como alimentadores MT em redes de distribuição radial, este princípio simples de operação é suficiente para proporcionar uma proteção eficaz, e a Proteção contra Máximo de Corrente de Fase pode ser utilizada como a principal função de proteção contra defeitos bifásicos. Noutras aplicações, tais como linhas de transmissão ou transformadores de potência, nas quais são muitas vezes exigidos critérios de proteção mais sofisticados, esta função poderá ser, contudo, configurada para operações de backup ou emergência, sendo que neste último caso substitui a função principal somente quando esta não é capaz de operar (por exemplo, quando se verifica uma perda do sinal de tensão devido a uma falha no circuito de medição).

Além de garantir uma correta deteção das condições de defeito no alimentador protegido, a Proteção contra Máximo de Corrente de Fase também pode proporcionar uma certa proteção de backup para os elementos de rede a jusante. A coordenação com outros relés de proteção na mesma rede pode ser conseguida de várias maneiras, quer com base no limiar de corrente como no tempo de atraso da operação correspondente. Também pode ser configurada para emitir um disparo instantâneo em caso de curto-circuitos de corrente elevada no alimentador protegido.

Em redes em malha, ou quando é possível alimentar defeitos a partir de mais do que uma fonte (por exemplo, na presença de geração distribuída), a Proteção contra Máximo de Corrente de Fase poderá ser complementada com um critério direcional baseado, por exemplo, na diferença do ângulo de fase entre correntes de fase e uma tensão de polarização, que assegure a correta discriminação dos defeitos em ambos os sentidos.

5.5.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis quatro escalões de máximo de corrente independentes: os dois primeiros escalões têm uma característica temporal definida, enquanto para o terceiro e o quarto escalões é possível escolher, em opção, uma característica de tempo definido ou inverso. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração da parametrização (parâmetro **StxOperation**, $x = 1, 2, 3$ ou 4). Em alternativa ao seu modo de operação não direcional, que é o modo activo por omissão, a direcionalidade pode ser adicionada, independentemente, a cada escalão em opção.

Princípio de Medição

A função de Proteção contra Máximo de Corrente de Fase monitoriza, de forma contínua, sinais de corrente de um, dois ou três fases, associadas num canal analógico ligado à entrada de função I. Na maioria dos casos, as correntes trifásicas serão supervisionadas, mas a função pode ser utilizada noutros cenários, por exemplo, quando há TI em apenas duas fases, os quais continuam a ser suficientes para detetar todos os defeitos fase-fase, ou ainda em aplicações monofásicas.

A função de proteção é executada em esquema integral, o que significa que há elementos de proteção separados para monitorizar a corrente de cada fase. O arranque e disparo da função são independentemente sinalizados para cada fase e escalão, se as condições de funcionamento forem verificadas.

Também existe arranque e disparo geral de saídas para cada escalão. Estes correspondem ao OR lógico das saídas de fase, ou seja, são ativadas, respetivamente, se pelo menos um arranque ou disparo da fase está ativo.

O arranque do escalão é assinalado quando a amplitude de corrente medida é superior ao limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxIop**). Uma histerese incorporada entre o arranque e os níveis de rearme garante a estabilidade adequada do painel das saídas da função. Os níveis exatos de arranque e rearme dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é configurado em valores por unidade, relativamente à corrente primária nominal do TI.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \tag{5.10}$$

Para todos os escalões, o limiar de operação tem um intervalo de configurações alargado que permite escolher diferentes níveis de sensibilidade para a deteção de defeitos e que permite também a implementação de esquemas de coordenação de proteção diferentes.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para os escalões 1 e 2. Também pode ser configurada em opção para os escalões 3 e 4.

Se a característica de tempo definido for selecionada, o arranque do escalão é assinalado quando a amplitude de corrente medida é superior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxIop**). É rearmado quando a amplitude é inferior a 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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo.

É possível configurar, adicionalmente, um atraso do rearme para estabilizar saídas do arranque. Está disponível no parâmetro **StxDropDelay**. Se o atraso do rearme for zero, o rearme do escalão correspondente será sempre instantâneo se a amplitude da corrente descer abaixo do nível de rearme. Por outro lado, se o atraso do rearme for diferente de zero, o rearme do escalão será atrasado (consultar a subsecção 8.1.3 - Rearme de Tempo Definido para mais detalhes).

Após a emissão do disparo, o escalão é sempre rearmado imediatamente após o cancelamento da condição de arranque.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada em opção apenas para os escalões 3 e 4.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, o arranque ocorre apenas se a amplitude de corrente for superior a 1,04 vezes o limite de operação, a fim de evitar a integração de tempo infinito (ver equações (5.11) e (5.12)). O rearme ocorre quando o valor medido é inferior ao limiar definido.

O tempo de disparo não é constante e depende do rácio entre a corrente medida I e o limiar de operação I_{op} (parâmetro **StxIop**): quanto mais elevada é a corrente, mais curto é o tempo de disparo. Estão disponíveis várias curvas a partir das normas ANSI e IEC, as quais podem ser selecionadas independentemente para cada escalão (no parâmetro **StxCurve**). As características de tempo da norma ANSI observam a equação geral (5.11), enquanto as características de tempo da norma IEC obedecem à equação (5.12). As expressões são integradas no tempo a fim de acomodar variações de corrente no tempo entre o arranque e o disparo. O temporizador T_{MAX} (parâmetro **StxMaxTime**) determina o ponto de início da curva, juntamente com o limiar de corrente geral I_{op} (parâmetro **StxIop**). No entanto, o arranque do escalão é apenas assinalado se a corrente for superior a um parâmetro específico (**StxIstart**) que deve ser superior ou igual a I_{op} . O índice de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. É igualmente possível definir um tempo mínimo de operação (no parâmetro **StxMinTime**), o qual define, para grandes correntes, o limite inferior da característica de tempo. Consultar o anexo 8.1 - Características de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre estas características.

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^p - 1} + B \right) \cdot TM \quad (5.11)$$

$$t = \frac{A \cdot TM}{(I/I_{op})^p - 1} \quad (5.12)$$

Cada escalão pode ser instantaneamente rearmado ou pode definir-se o tempo de rearme de acordo com uma característica de tempo inverso, selecionada em opção pelo utilizador (no parâmetro **StxDropType**).

Se a opção de rearme de tempo inverso for selecionada, o tempo de rearme depende da corrente medida, de acordo com a equação (5.13). Esta opção, definida na norma ANSI, é alargada na TPU T450 às curvas da norma IEC. Permite simular o comportamento dos antigos relés eletromecânicos no caso de a coordenação com este tipo de dispositivos constituir um problema. À semelhança do rearme instantâneo, o sinal de arranque é definido como desativado assim que a corrente desce abaixo do nível de rearme. No entanto, o relé não retoma imediatamente a posição de rearme. No caso de um novo defeito ocorrer antes do relé chegar a essa posição, o disparo seguinte será iniciado num período de tempo mais curto, dependendo da corrente medida e do tempo decorrido entre defeitos. O índice de tempo (TM) corresponde ao mesmo parâmetro utilizado na característica de disparo. A expressão é igualmente integrada no tempo para acomodar variações na amplitude de corrente.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (5.13)$$

Direcionalidade

Cada escalão pode ser independentemente complementado por um elemento direcional. Por exemplo, cada escalão pode ser configurado como não direcional (apenas medida de máximo de corrente) ou direcional (frente ou trás). É configurável no parâmetro **StxDirection**.



O elemento direcional da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase só está disponível se a TPU T450 tiver entradas analógicas de tensão trifásicas disponíveis.



O sentido frente é definido como a direção para o objeto protegido, enquanto o sentido trás é a direção a partir do objeto protegido. A polaridade do TI deve ser convenientemente configurada de acordo com esta convenção (consultar a subseção correspondente 4.4.3 - Canais).

Há duas características direcionais diferentes dependendo da polarização selecionada: polarização por componentes (parâmetro **Polarization** definido para SEQUENCE) e a polarização de tensão cruzada (parâmetro **Polarization** definida para CROSS-90DEG). Para qualquer polarização, a característica direcional é somente avaliada quando a corrente de operação é superior ao limiar de arranque correspondente.

Quando funciona com polarização por componentes (parâmetro **Polarization** definido para SEQUENCE), a polarização do elemento direcional é efetuada com as componentes diretas e inversas das tensões (equações (5.14) e (5.15), respetivamente). Estas quantidades podem ser obtidas a partir dos sinais de tensão fase-neutro ou a partir de, pelo menos, dois sinais de tensão fase-fase, associados num canal analógico ligado à entrada da função **U**.

$$\bar{U}_1 = 1/3 \cdot (\bar{U}_A + a \cdot \bar{U}_B + a^2 \cdot \bar{U}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \tag{5.14}$$

$$\bar{U}_2 = 1/3 \cdot (\bar{U}_A + a^2 \cdot \bar{U}_B + a \cdot \bar{U}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \tag{5.15}$$

Com esta polarização, o relé avalia a direção do defeito, tomando em consideração a diferença do ângulo de fase entre a componente direta da corrente e da tensão, e a diferença de ângulo de fase entre a componente inversa da corrente e do simétrico da componente inversa da tensão. A utilização de ambas as componentes assegura que, independentemente do tipo de defeito, há sempre uma grandeza adequada de polarização. A componente inversa, se disponível, permite uma correta determinação da direção para todos os defeitos assimétricos. Pelo contrário, em caso de defeitos simétricos trifásicos, é avaliada apenas a tensão direta. A característica direcional correspondente para cada um destes componentes é representada na Figura 5.11.

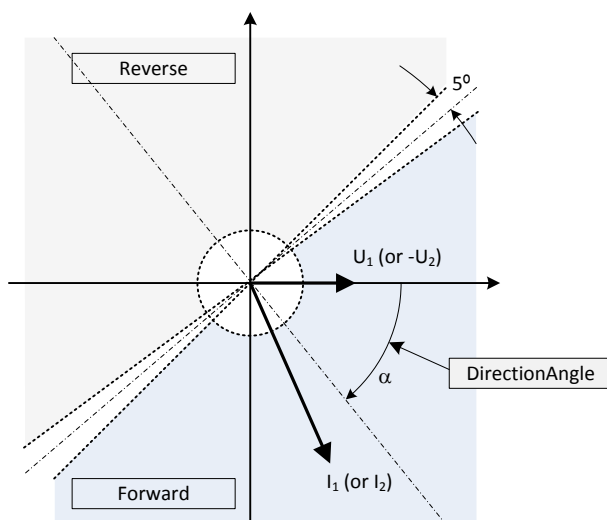


Figura 5.11. Característica direcional da polarização por componentes da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase.

Quando funciona com polarização de tensão cruzada (parâmetro **Polarization** definido para CROSS-90DEG), a polarização do elemento direcional é efetuada com tensões cruzadas entre fases. Estas quantidades podem ser obtidas a partir dos sinais de tensão trifásica fase-neutro ou a partir de, pelo menos, dois sinais de tensão fase-fase, associados num canal analógico ligado à entrada da função **U**.

Com a polarização de tensão cruzada, o relé avalia a direção do defeito, tomando em consideração a diferença de ângulo entre a corrente de fase e a tensão cruzada fase-fase. A utilização de tensão cruzada fase-fase como polarização explora as tensões menos suscetíveis a defeitos e maximiza assim as alterações decorrentes da obtenção de uma grandeza adequada de polarização. A característica direcional correspondente para a polarização cruzada é representada na Figura 5.12.

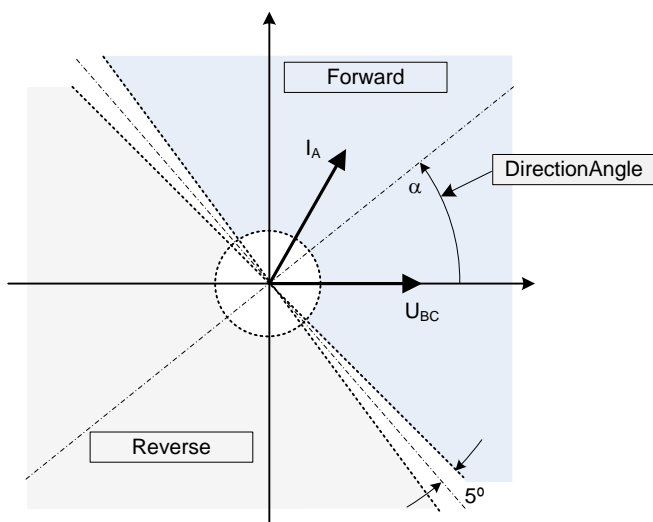


Figura 5.12. Característica direcional da polarização cruzada da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase.

O ângulo que maximiza a potência, que define a rotação da característica direcional, é configurado pelo utilizador através do parâmetro **DirectionAngle**. Deve ser configurado de acordo com o ângulo de fase da impedância de sequência positiva do sistema: diretamente para a polarização sequencial ou com uma diferença de até 90° para a polarização de tensão cruzada. Uma histerese incorporada de 5° garante a estabilidade adequada da decisão relativa à direção.

Em caso de defeito trifásico franco, se não houver tensões disponíveis para a polarização do elemento direcional, a TPU T450 depende da memória da tensão anterior para determinar a direção do defeito. Além disso, a tensão anterior ao defeito é sempre utilizada, para efeitos de polarização, imediatamente após o início do defeito (independentemente do tipo de defeito de que se trata), pelo que a decisão do relé não é afetada por transitórios de sinais de tensão. São também efetuados arranjos especiais para compensar a rotação de fase devida a variações de frequência durante o período de tempo em que a memória está ativa.

A memória das tensões anteriores ao defeito é mantida durante aproximadamente um segundo. Em condições de operação reais, isto é normalmente suficiente para garantir uma decisão segura de disparo. Se, contudo, a condição de defeito persistir após decorrer o intervalo de tempo da memória, a proteção mantém a decisão direcional tomada anteriormente. Por outro lado, se no momento do início do defeito já não houver memória da tensão, o elemento direcional não pode operar, sendo permitido um disparo não direcional.

Uma falha do transformador de tensão também provoca a perda da grandeza de polarização. No caso de disparos do MCB, nenhuma tensão de medição estará disponível para a polarização do relé em todas as três fases simultaneamente. Por outro lado, em caso da ocorrência de um defeito não equilibrado no transformador de tensão, não é possível calcular as tensões de polarização. A indicação de falha do transformador de tensão deve estar ligada à entrada **VTFail** da função. Pode ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.21 - Supervisão de TT). Se esta indicação for recebida, a função irá operar de acordo com o modo de operação definido no parâmetro **VTFailAction**. O utilizador pode optar por inibir o critério direcional (permitindo um disparo não direcional), ou por bloquear os escalões direcionais.

A direção do defeito é assinalada na saída da função **FaultDirection**, a qual tem três valores possíveis: **UNKNOWN**, **FORWARD** e **REVERSE**. Se o elemento direcional não for ativado para nenhum escalão, a saída **FaultDirection** da função irá sempre indicar o valor **UNKNOWN**. Este é também o estado por omissão da entidade quando nenhum defeito é detetado.

Bloqueio contra Corrente de Magnetização

É proporcionada uma função de bloqueio contra corrente de magnetização para todos os escalões. Pode ser ativado independentemente para cada escalão, no parâmetro **StxHarmonicOperation**.

Esta característica permite bloquear o disparo da Proteção de Máximo de Corrente de Fase se a percentagem de segunda harmónica nos sinais de corrente de fase for superior ao valor predefinido. A relação máxima entre a segunda harmónica e o componente fundamental da frequência, 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 incorporada garante uma estabilidade adequada das saídas da função.

Há elementos separados de bloqueio que monitorizam a corrente de cada fase. Podem operar independentemente ou pode ser configurado um bloqueio cruzado entre fases distintas. Se o parâmetro **HarmonicCrossBlock** for definido para o valor **ONE-OF-THREE**, todas as três fases serão bloqueadas se for detetada um rácio elevado de segunda harmónica em, pelo menos, uma delas; se o parâmetro **HarmonicCrossBlock** for definido para o valor **TWO-OF-THREE**, o bloqueio só será ativado se as condições de bloqueio contra corrente de magnetização forem satisfeitas simultaneamente em duas fases.

O bloqueio contra corrente de magnetização é assinalado, independentemente para cada fase, se as condições acima descritas forem satisfeitas. Há também uma saída geral de bloqueio contra corrente de magnetização se a indicação de pelo menos uma fase estiver ativa.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St4Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado à entrada I;
- ◆ Um canal de corrente neutro estiver associado à entrada I.

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado à entrada **U**: os escalões direcionais não são ativados neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponder a um grupo de três sinais de tensão fase-neutro ou, pelo menos, de dois sinais de tensão fase-fase; os escalões direcionais não são ativados neste caso.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.5.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.22 e Tabela 5.23, respetivamente.

Tabela 5.22. Entradas da função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Fase.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Correntes operacionais
U	U	ANL CH	-	Tensões de polarização
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
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

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
St4Block	Bloqueio Esc4	DIG	2	Bloqueio do escalão 4
ColdLoadMultiplier	Mult Carga Fria	INT	1	Multiplicador de arranque em carga fria

Tabela 5.23. Saídas da função de Proteção de Máximo Direcional de Corrente 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
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
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	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
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

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
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
St3TripB	Esc3 Disparo C	DIG	-	Disparo escalão 3, fase C
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	Disparo Esc3	DIG	-	Disparo geral escalão 3
St4Trip	Disparo Esc4	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

5.5.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.24.

Tabela 5.24. Parâmetros da função de Proteção de Máximo de Corrente de Fase (Direcional).

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Polarization	Tipo Polarização	SEQUÊNCIA / CRUZADA-90GRAUS	SEQUÊNCIA	Tipo de polarização
DirectionAngle	Ângulo Direção	[-90,0..90,0] °	45,0	Ângulo da característica direcional
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
HarmonicCrossBlock	Bloq Harm Cruzado	OFF / UM-DE-TRÊS / DUAS-DE-TRÊS	OFF	Bloqueio harmónico cruzado
St1Operation	Operação Esc1	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 / FRENTE / TRÁS	NÃO-DIR	Direção do escalão 1

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
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..40,0] × I _r	4,0	Limiar de operação do escalão 1
St1MaxColdLoadMult	Esc1 Mult Carg Fria	[1,0..20,0] × I _{op}	1,0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso de operação do escalão 1
St2Operation	Operação Esc2	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 / FRENTE / TRÁS	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	[0,05..40,0] × I _r	4,0	Limiar de operação do escalão 2
St2MaxColdLoadMult	Esc2 Mult Carg Fria	[1,0..20,0] × I _{op}	1,0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 2
St2Top	Esc2 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso 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	Direção Esc3	NÃO-DIR / FRENTE / TRÁS	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	Índice 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] × I _r	2,0	Limiar de operação do escalão 3
St3MaxColdLoadMult	Esc3 Mult Carg Fria	[1,0..20,0] × I _{op}	1,0	Máximo multiplicador do arranque em carga fria do escalão 3
St3Top	Esc3 Top	[0..60000] ms	400	Tempo de atraso 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 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] × 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 / FRENTE / TRÁS	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	Índice 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 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..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 MÁXIMO DE CORRENTE DIRECIONAL DE TERRA

5.6.1 INTRODUÇÃO

Uma vez que os sistemas de energia trifásicos são operados em condições praticamente equilibradas, a Proteção de Máximo de Corrente de Terra, que se baseia na medição da corrente residual, proporciona um método eficaz de deteção de falhas de isolamento de uma ou mais fases à terra, em particular em sistemas com ligação sólida ou de baixa impedância à terra. Também pode ser aplicada, com algumas restrições, a redes com ligação à terra isoladas ou compensadas, mesmo que funções de proteção mais específicas estejam geralmente disponíveis para este tipo de aplicações.

A corrente residual pode ser medida diretamente a partir da soma das correntes trifásicas. A sensibilidade da função pode ainda ser reforçada se for utilizado um transformador dedicado para medir a corrente residual. Se for corretamente dimensionado, é possível detetar defeitos com impedâncias bastante elevadas.

Em redes em malha, ou quando os defeitos podem ser alimentados a partir de mais do que uma fonte, a Proteção de Máximo de Corrente de Terra pode ser complementada com um critério direcional a fim de discriminar defeitos para a frente e para trás. A operação direcional também pode ser configurada para distinguir a corrente no alimentador defeituoso e as correntes capacitivas que fluem nos componentes não defeituosos da rede, caso sejam necessários níveis de sensibilidade muito elevados. A característica direcional deve ser cuidadosamente configurada de acordo com o tipo de ligação do neutro.

Nalgumas aplicações, tais como em alimentadores de MT em redes de distribuição radial, a Proteção de Máximo de Corrente de Terra é normalmente utilizada como a função de proteção principal contra defeitos fase-neutro. Devido à sua sensibilidade, também pode complementar com sucesso outras funções de proteção em esquemas de proteção mais complexos. Por exemplo, a Proteção de Máximo de Corrente de Terra é normalmente necessária para detetar defeitos fase-terra com alevada impedância, que não são detetados pela característica de operação da Proteção de Distância.

5.6.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis quatro escalões de máximo de corrente independentes: os dois primeiros escalões têm uma característica temporal definida, enquanto para o terceiro e o quarto escalões é possível escolher, em opção, uma característica de tempo definido ou inverso. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1, 2, 3 ou 4). Em alternativa ao seu modo de operação não direcional, que é o modo de operação por omissão, a direcionalidade pode ser adicionada, independentemente, a cada escalão em opção.

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Corrente de Terra monitoriza continuamente a corrente residual, que corresponde ao valor da componente homopolar multiplicado por três. Pode ser obtida a partir da soma interna dos sinais de corrente trifásica, associada a um canal analógico ligado à entrada da função I.

$$\bar{I}_{res} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (5.16)$$

Como alternativa ao método anterior, a corrente residual pode ser medida diretamente numa entrada analógica, por exemplo, a partir de um transformador de corrente independente. Também pode ser obtida a partir da soma externa das correntes trifásicas (circuito de Holmgreen). Nesses casos, a entrada da função I deve ser associada a um canal analógico neutro.

O arranque e o disparo da função são assinalados independentemente para cada escalão, se as condições de operação forem cumpridas.

O arranque do escalão é assinalado quando a amplitude de corrente medida é superior ao limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxIop**). Uma histerese incorporada entre o arranque e os níveis de rearme garante a estabilidade adequada do painel das saídas da função. Os níveis exatos de arranque e rearme dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é configurado em valores por unidade, relativamente à corrente primária nominal do TI.

$$I_{op}[A] = I_{op}[\rho.u.] \cdot I_r \quad (5.17)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação tem um intervalo de configurações alargado que permite escolher diferentes níveis de sensibilidade para a deteção de defeitos e que permite também a implementação de esquemas de coordenação de proteção diferentes. É possível configurar limiares de operação altamente sensíveis, nomeadamente se a entrada I estiver associada a uma entrada analógica extremamente sensível.



O intervalo de configurações para o 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 de soma interna), o limiar mínimo que pode ser configurado é 0,05 p.u. (5 % do valor nominal). Se a configuração for inferior a este valor, a função operará apenas quando a corrente estiver acima de 0,05 p.u.
- ◆ O mesmo aplica-se se a função estiver associada a uma corrente neutra com uma sensibilidade normal.
- ◆ Se a função estiver associada a uma entrada de corrente extremamente sensível, o limiar mínimo que pode ser configurado é 0,005 p.u. (0,5 % do valor nominal). Se a configuração for superior a 4,0 p.u., a função não irá operar.

Pode configurar-se uma estabilização adicional se a corrente residual for obtida a partir da soma interna das correntes trifásicas, para evitar disparos incorretos da função devido a diferentes erros do TI de fase ou a condições de carga assimétricas. A maior das correntes trifásicas é utilizada para restringir o arranque de corrente residual, de acordo com uma característica conforme ilustrado na Figura 5.13. Quanto maior for a corrente da fase, menos sensível será a função de Proteção de Máximo de Corrente de Terra. O declive da característica de estabilização pode ser configurado no parâmetro **PhCurrRestraintSlope**.

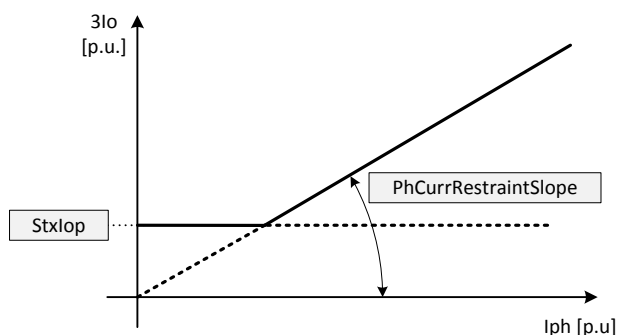


Figura 5.13. Estabilização de corrente residual pela corrente de fase.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para os escalões 1 e 2. Também pode ser configurada em opção para os escalões 3 e 4.

Se a característica de tempo definido for selecionada, o arranque do escalão é assinalado quando a amplitude de corrente medida é superior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**Stxlop**). É rearmado quando a amplitude é inferior a 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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo.

É possível configurar, adicionalmente, um atraso do rearme para estabilizar saídas do arranque. Está disponível no parâmetro **StxDropDelay**. Se o atraso do rearme for zero, o rearme do escalão correspondente será sempre instantâneo se a amplitude da corrente descer abaixo do nível de rearme. Por outro lado, se o atraso do rearme for diferente de zero, o rearme do escalão será atrasado (consultar a subsecção 8.1.3 - Rearme de Tempo Definido para mais detalhes).

Após a emissão do disparo, o escalão é sempre rearmado imediatamente após o cancelamento da condição de arranque.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada em opção apenas para os escalões 3 e 4.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, o arranque ocorre apenas se a amplitude de corrente for superior a 1,04 vezes o limite de operação a fim de evitar a integração de tempo infinito (ver equações (5.18) e (5.19)). O rearme ocorre quando o valor medido é inferior ao limiar definido.

O tempo de disparo não é constante e depende do rácio entre a corrente medida I e o limiar de operação I_{op} (parâmetro **StxIop**): quanto mais elevada é a corrente, mais curto é o tempo de disparo. Estão disponíveis várias curvas a partir das normas ANSI e IEC, as quais podem ser selecionadas independentemente para cada escalão (no parâmetro **StxCurve**). As características de tempo da norma ANSI observam a equação geral (5.18), enquanto as características de tempo da norma IEC obedecem à equação (5.19). As expressões são integradas no tempo a fim de acomodar variações de corrente no tempo entre o arranque e o disparo. O temporizador T_{MAX} (parâmetro **StxMaxTime**) determina o ponto de início da curva, juntamente com o limiar de corrente geral I_{op} (parâmetro **StxIop**). No entanto, o arranque do escalão é apenas assinalado se a corrente for superior a um parâmetro específico (**StxIstart**) que deve ser superior ou igual a I_{op} . O índice de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. É igualmente possível definir um tempo mínimo de operação (no parâmetro **StxMinTime**), o qual define, para grandes correntes, o limite inferior da característica de tempo. Consultar o anexo 8.1 - Características de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre estas características.

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^p - 1} + B \right) \cdot TM \quad (5.18)$$

$$t = \frac{A \cdot TM}{(I/I_{op})^p - 1} \quad (5.19)$$

Cada escalão pode ser instantaneamente rearmado ou pode definir-se o tempo de rearme de acordo com uma característica de tempo inverso, selecionada em opção pelo utilizador (no parâmetro **StxDropType**).

Se a opção de rearme de tempo inverso for selecionada, o tempo de rearme depende da corrente medida, de acordo com a equação (5.20). Esta opção, definida na norma ANSI, é alargada na TPU T450 às curvas da norma IEC. Permite simular o comportamento dos antigos relés eletromecânicos no caso de a coordenação com este tipo de dispositivos constituir um problema. À semelhança do rearme instantâneo, o sinal de arranque é definido como desativado assim que a corrente desce abaixo do nível de rearme. No entanto, o relé não retoma imediatamente a posição de rearme. No caso de um novo defeito ocorrer antes do relé chegar a essa posição, o disparo seguinte será iniciado num período de tempo mais curto, dependendo da corrente medida e do tempo decorrido entre defeitos. O índice de tempo (TM) corresponde ao mesmo parâmetro utilizado na característica de disparo. A expressão é igualmente integrada no tempo para acomodar variações na amplitude de corrente.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (5.20)$$

A curva logarítmica é uma opção de característica de tempo adicional disponível. O seu tempo de disparo obedece à equação (5.21). Tem uma propriedade distintiva, relevante para a coordenação da Proteção de Máximo de Corrente de Terra; se, em dois sítios distintos da rede, as correntes de defeito medidas forem proporcionais para diferentes defeitos fase-neutro, então a diferença de tempo entre os disparos dos relés de proteção correspondentes será sempre constante.

$$t = T_{MAX} - TM \cdot \ln \left(\frac{I}{I_{op}} \right) \quad (5.21)$$

Quando a curva logarítmica é selecionada, o rearme do escalão é sempre instantâneo. Consultar o anexo 8.1 - Características de Tempo Definido e Inverso para alguns exemplos.

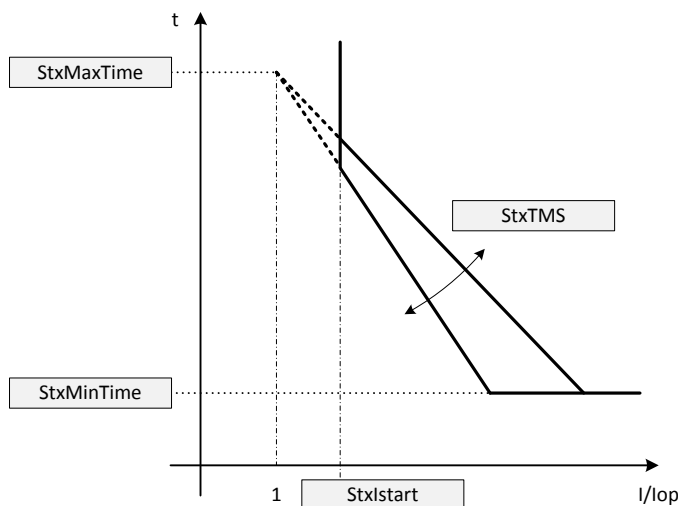


Figura 5.14. Parâmetros da curva logarítmica.

Direcionalidade

Cada escalão pode ser independentemente complementado por um elemento direcional. Por exemplo, cada escalão pode ser configurado 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 de Terra só está disponível se a TPU T450 tiver, pelo menos, uma entrada analógica de tensão disponível.



O direção frente é definida como a direção para o objeto protegido, enquanto a direção trás é a direção a partir do objeto protegido. A polaridade do TI deve 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 superior ao limiar de arranque correspondente.

Existem várias opções disponíveis para a polarização do elemento direcional. A mais comum é a polarização com tensão residual. Esta grandeza pode ser obtida a partir da soma interna de sinais de tensão trifásicos-neutro, associados num canal analógico ligado à entrada da função **Upol**; ou, em alternativa, pode ser diretamente medida numa entrada analógica, por exemplo, a partir de uma montagem em triângulo aberto, sendo que neste caso a entrada da função **Upol** deve estar associada a um canal analógico neutro.

$$\bar{U}_{res} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C \tag{5.22}$$

O relé avalia a direção do defeito através da diferença do ângulo de fase entre a corrente residual e o simétrico do vector da tensão residual. A característica direcional correspondente é representada na Figura 5.15. O ângulo que maximiza a potência, que define a rotação da característica, é configurado pelo utilizador através da configuração **DirectionAngle**. Deve ser configurado de acordo com o ângulo de fase da impedância homopolar do sistema. Uma histerese incorporada da 5° garante a estabilidade adequada da decisão relativa à direção.

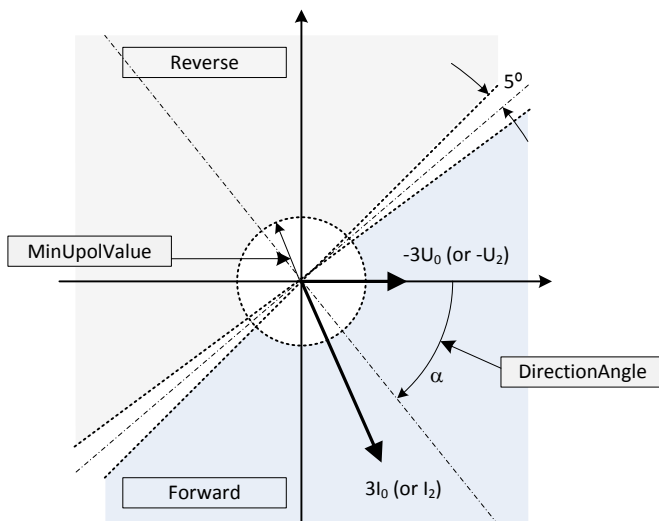


Figura 5.15. Característica direcional da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase com polarização através de tensão.

Uma grandeza mínima de polarização deve estar disponível; a direção só será determinada se a tensão residual for superior ao parâmetro **MinUpolValue**. O intervalo de configurações proporciona uma sensibilidade adequada para a maioria das condições de defeito. No entanto, quando a tensão residual não é suficientemente elevada para polarizar o relé, o utilizador pode optar por inibir o critério direcional, permitindo um disparo não direcional, ou por bloquear os escalões direcionais. Estas duas opções estão disponíveis no parâmetro **VTFailAction**.

Uma falha do transformador de tensão também provoca a perda da grandeza de polarização. No caso de disparos do MCB, nenhuma tensão de medição estará disponível para a polarização de relé em todas as três fases simultaneamente. Por outro lado, em caso da ocorrência de um defeito não equilibrado no transformador de tensão, não é possível calcular a tensão residual. A indicação de falha do transformador de tensão deve estar ligada à entrada **VTFail** da função. Pode ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.21 - Supervisão de TT). Se esta indicação for recebida, a função irá operar de acordo com o modo de operação definido no parâmetro **VTFailAction**.

Em opção, uma corrente neutra ligada à entrada **Ipol** pode ser escolhida como a grandeza de polarização. Esta opção é imune a falhas do transformador de tensão, mas necessita de uma fonte adequada de corrente para polarizar o relé (por exemplo, a ligação de um ponto neutro de um transformador). A direção é determinada, neste caso, pela diferença de ângulo de fase entre as correntes de operação e de polarização, de acordo com a característica ilustrada na Figura 5.16. Uma vez mais, uma histerese incorporada de 5° garante a estabilidade adequada da decisão de direção.

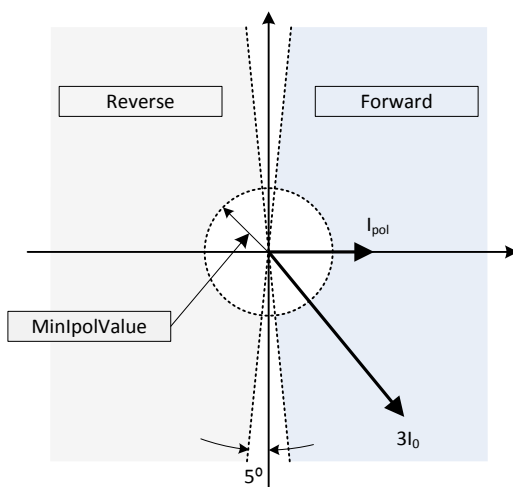


Figura 5.16. Característica direcional da Proteção contra Máximo de Corrente de Fase com polarização através de corrente.

Neste caso, uma grandeza mínima de polarização deverá estar disponível; a direção só será determinada se a corrente de polarização for superior ao parâmetro **MinIpolValue**. O intervalo de configurações proporciona uma sensibilidade adequada para a maioria das condições de defeito. No entanto, quando a corrente de polarização não é suficientemente elevada para polarizar o relé, o utilizador pode escolher o modo de operação da função no parâmetro **VTFailAction**.

Se ambas as entradas **Upol** e **Ipol** estiverem ligadas, o elemento direcional irá implementar um mecanismo de polarização dupla, combinando ambos os métodos apresentados. Esta escolha maximiza a disponibilidade de uma grandeza de polarização para o elemento direcional.

Em alternativa aos métodos anteriores, o utilizador pode escolher avaliar o sentido do defeito utilizando componentes de sequência inversa. Neste caso, o sentido do defeito é avaliado pela diferença do ângulo de fase entre a corrente de sequência inversa e o simétrico da tensão de sequência inversa, calculada a partir das entradas **I** e **Upol**, respetivamente. A característica direcional é a mesma que para a polarização da tensão residual (ver Figura 5.15) e o ângulo que maximiza a potência é também parametrizável no parâmetro **DirectionAngle**. Em caso de falha do transformador de tensão, ou se a tensão de sequência positiva for inferior ao limiar do parâmetro **MinUpolValue**, a função irá operar de acordo com o modo de operação definido no parâmetro **VTFailAction**.

A direção do defeito é assinalada na saída da função **FaultDirection**, a qual tem três valores possíveis: **UNKNOWN**, **FORWARD** e **REVERSE**. Se o elemento direcional não for ativado para nenhum escalão, a saída **FaultDirection** da função irá sempre indicar o valor **UNKNOWN**. Este é também o estado, por omissão, da entidade quando nenhum defeito é detetado.

Bloqueio contra Corrente de Magnetização

É proporcionada uma função de bloqueio contra corrente de magnetização para todos os escalões. Pode ser ativado independentemente para cada escalão, no parâmetro **StxHarmonicOperation**.

Esta característica permite bloquear o disparo da Proteção de Máximo de Corrente de Terra se a percentagem da segunda harmónica nos sinais de corrente residual for superior ao valor predefinido. 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 incorporada garante uma estabilidade adequada das saídas da função.

O bloqueio contra corrente de magnetização é indicado numa saída específica quando as condições acima descritas são satisfeitas.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St4Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A Proteção de Máximo de Corrente de Terra deve ser bloqueada durante uma condição de pólo aberto, se o disjuntor for capaz de um disparo unipolar, uma vez que poderá verificar-se uma assimetria da corrente nesta situação. Uma entrada independente (**OpenPole**) está disponível para esse efeito. Deve estar associada à saída correspondente da função de um detetor separado de pólo aberto.

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **I** não corresponder a um grupo neutro ou a um grupo de sinais de corrente trifásica.

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Não houver canais analógicos associados às entradas **Ipol** e **Upol**: os escalões direcionais não são ativados neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **Upol** não corresponde a sinais de tensão de neutro ou a um grupo de sinais de tensão trifásica fase-neutro: os escalões direcionais não são ativados neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **Ipol** não corresponde a sinais de corrente de neutro ou a um grupo de sinais de corrente trifásica: os escalões direcionais não são ativados neste caso;

- ◆ O critério direcional das componentes de sequência inversa é ativado e o canal analógico associado à entrada **I** não corresponde a um grupo de sinais de corrente trifásica, ou o canal analógico associado à entrada **Upol** não corresponde a um grupo de sinais de tensão trifásica fase-neutro: os escalões direcionais não são ativados neste caso.
- ◆ O valor do parâmetro **IresOp** não cumpre o intervalo de medidas da entrada de corrente à qual a função é associada: a sensibilidade da função é limitada de acordo com o possível intervalo de medidas.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.6.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.25 e Tabela 5.26, respetivamente.

Tabela 5.25. Entradas da função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Corrente operacional
Ipol	Ipol	ANL CH	-	Corrente de polarização
Upol	Upol	ANL CH	-	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 Carga Fria	INT	1	Multiplicador de arranque em carga fria

Tabela 5.26. Saídas da função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Description	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Version	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	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
St1Pickup	Esc1 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 1
St2Pickup	Esc2 Arranque	DIG	-	Arranque geral escalão 2

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
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	Disparo Esc3	DIG	-	Disparo geral escalão 3
St4Trip	Disparo Esc4	DIG	-	Disparo geral escalão 4
HarmonicBlock	Bloq Harmónico	DIG	-	Arranque geral bloqueio harmónico
FaultDirection	Direção	INT	-	Indicação da direção do defeito

5.6.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.27.

Tabela 5.27. Parâmetros da função de Proteção de Máximo de Corrente Direcional de Terra.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
DirectionAngle	Ângulo Direção	$[-90,0..90,0]^\circ$	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	TRIP / BLOCK	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
PhCurrRestraintSlope	Declive Irest Fase	$[0,0..0,3] I_{res}/I_{ph}$	0,1	Declive da restrição por corrente de fase
St1Operation	Operação Esc1	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 / FRENTE / TRÁS	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	$[0,005..40,0] \times I_r$	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

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Top	Esc1 Top	[0..60000] ms	0	Tempo de atraso de operação do escalão 1
St2Operation	Operação Esc2	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 atraso 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	Direção Esc3	NÃO-DIR / DIRETA / INVERSA	NON-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	Índice 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 atraso 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	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	$[1,0..4,0] \times I_{op}$	1,0	Corrente mínima de arranque do escalão 3

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
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	Índice de tempo do escalão 3
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	[0,005..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 do 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

5.7 MÁXIMO DE CORRENTE DE SEQUÊNCIA INVERSA DIRECIONAL

5.7.1 INTRODUÇÃO

A Proteção de Máximo de Corrente de Sequência Inversa Direcional, 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 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.

5.7.2 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.

$$\bar{I}_2 = 1/3 \cdot (\bar{I}_A + a^2 \cdot \bar{I}_B + a \cdot \bar{I}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \quad (5.23)$$

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 do TI.

$$I_{op}[A] = I_{op}[\rho.u.] \cdot I_r \quad (5.24)$$

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.

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 rearme do escalão correspondente é 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 será adiado de acordo com o valor do tempo parametrizado (consultar a subseção 8.1.3 - Rearme de Tempo Definido para mais detalhes).

Após o disparo, o escalão rearma sempre imediatamente após a condição de arranque ser cancelada.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica de operação pode ser selecionada em opção apenas para os escalões 3 e 4.

Se for selecionada a característica de tempo inverso, o arranque só ocorre se a amplitude de corrente for superior a 1,04 vezes o limiar de operação, a fim de evitar uma integração de tempo indefinido (ver equações (5.25) e (5.26)). O rearme ocorre quando o valor medido é inferior ao limiar definido.

O tempo de disparo não é constante e depende do rácio entre a corrente medida I e o limiar de operação I_{op} (parâmetro **StxIop**): quanto mais elevada é a corrente, mais curto é o tempo de disparo. Estão disponíveis várias curvas a partir das normas ANSI e IEC, as quais podem ser selecionadas independentemente para cada escalão (no parâmetro **StxCurve**). As características de tempo da norma ANSI obedecem à equação geral (5.25), enquanto as características de tempo da norma IEC obedecem à fórmula (5.26). As expressões são integradas no tempo a fim de acomodar variações de corrente no tempo entre o arranque e o disparo. O temporizador T_{MAX} (parâmetro **StxMaxTime**) determina o ponto de início da curva, juntamente com o limiar de corrente geral I_{op} (parâmetro **StxIop**). No entanto, o arranque do escalão é apenas assinalado se a corrente for superior a um parâmetro específico (**StxIstart**) que deve ser superior ou igual a I_{op} . O índice de tempo TM (parâmetro **StxTMS**) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo. É igualmente possível definir um tempo mínimo de operação (no parâmetro **StxMinTime**), o qual define, para grandes correntes, o limite inferior da característica de tempo. Consultar o anexo 8.1 - Características de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre estas características.

$$t = \left(\frac{A}{(I/I_{op})^p - 1} + B \right) \cdot TM \quad (5.25)$$

$$t = \frac{A \cdot TM}{(I/I_{op})^p - 1} \quad (5.26)$$

Cada escalão pode ser instantaneamente rearmado ou pode definir-se o tempo de rearme de acordo com uma característica de tempo inverso, selecionada em opção pelo utilizador (no parâmetro **StxDropType**).

Se a opção de tempo inverso for selecionada, o tempo de rearme irá depender da corrente medida, de acordo com a fórmula (5.27). Esta opção, definida na norma ANSI, é alargada na TPU T450 às curvas da norma IEC. Permite simular o comportamento dos antigos relés eletromecânicos no caso de a coordenação com este tipo de dispositivos constituir um problema. À semelhança do rearme instantâneo, o sinal de arranque é definido como desativado assim que a corrente desce abaixo do nível de rearme. No entanto, o relé não retoma imediatamente a posição de rearme. No caso de um novo defeito ocorrer antes do relé chegar a essa posição, o disparo seguinte será iniciado num período de tempo mais curto, dependendo da corrente medida e do tempo decorrido entre defeitos. O índice de tempo (TM) corresponde ao mesmo parâmetro utilizado na característica de disparo. A expressão é igualmente integrada no tempo para acomodar variações na amplitude de corrente.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (5.27)$$

Direcionalidade

Cada escalão pode ser independentemente complementado por um elemento direcional. Por exemplo, cada escalão pode ser configurado como não direcional (apenas medida de máximo de corrente) ou direcional (frente ou trás). A direção é parametrizável em **StxDirection**.



O elemento direcional da Proteção contra Máximo de Corrente de Sequência Inversa só está disponível se a TPU T450 tiver entradas analógicas de tensão trifásicas disponíveis.



A direção frente é definida como a direção para o objeto protegido, enquanto que a direção trás é a direção a partir do objeto protegido. A polaridade do TI deve 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 superior ao limiar de arranque correspondente. A polarização do elemento direcional é efetuada com a tensão de sequência inversa. Pode ser obtida a partir dos sinais de tensão trifásica fase-neutro ou a partir de, pelo menos, sinais de tensão bifásica fase-fase, associados num canal analógico ligado à entrada **U** da função.

$$\bar{U}_2 = 1/3 \cdot (\bar{U}_A + a^2 \cdot \bar{U}_B + a \cdot \bar{U}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \tag{5.28}$$

O relé avalia a direção do defeito através da diferença de ângulo de fase entre a corrente de sequência inversa e o vector simétrico da tensão de sequência inversa. A característica direcional correspondente é representada na Figura 5.17. O ângulo que maximiza a potência, que define a rotação da característica, é configurado pelo utilizador através da configuração **DirectionAngle**. Deve ser definido de acordo com o ângulo de fase da impedância de sequência inversa do sistema. Uma histerese incorporada de 5° garante a estabilidade adequada da decisão relativa à direção.

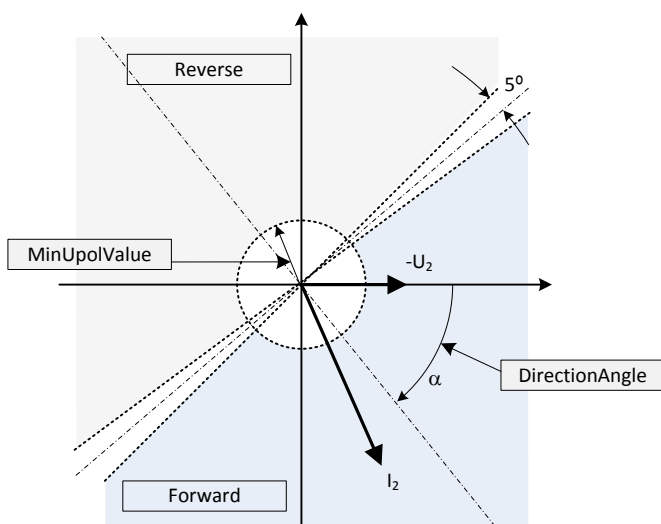


Figura 5.17. Característica direcional de sequência inversa com polarização através de tensão.

Uma grandeza mínima de polarização deve estar disponível; a direção só será determinada se a tensão de sequência inversa for superior ao parâmetro **MinUpolValue**. O intervalo de configurações proporciona uma sensibilidade adequada para a maioria das condições de defeito. No entanto, quando a tensão de sequência inversa não é suficientemente elevada para polarizar o relé, o utilizador pode optar por inibir o critério direcional (permitindo um disparo não direcional), ou por bloquear os escalões direcionais. Estas duas opções estão disponíveis no parâmetro **VTFailAction**.

Uma falha do transformador de tensão também provoca a perda da grandeza de polarização. No caso de disparos do MCB, nenhuma tensão de medição estará disponível para a polarização de relé em todas as três fases simultaneamente. Por outro lado, em caso da ocorrência de um defeito não equilibrado no transformador de tensão, também não é possível calcular a tensão de sequência inversa. A indicação de falha do transformador de tensão deve estar ligada à entrada **VTFail** da função. Pode ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.21 - Supervisão de TT). Se esta indicação for recebida, a função irá operar de acordo com o modo de operação definido no parâmetro **VTFailAction**.

A direção do defeito é assinalada na saída da função **FaultDirection**, a qual tem três valores possíveis: **UNKNOWN**, **FORWARD** e **REVERSE**. Se o elemento direcional não for ativado para nenhum escalão, a saída **FaultDirection** da função irá sempre indicar o valor **UNKNOWN**. Este é também o estado por omissão da entidade quando nenhum defeito é detetado.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St4Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **I** não corresponder ou a um grupo de sinais de corrente trifásica.

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado à entrada **U**: os escalões direcionais não são ativados neste caso;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponder a um grupo de três sinais de tensão fase-neutro ou, pelo menos, de dois sinais de tensão fase-fase; os escalões direcionais não são ativados neste caso.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.7.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.28 e na Tabela 5.29, respetivamente.

Tabela 5.28. Entradas da função de Proteção contra Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Correntes operacionais
U	U	ANL CH	-	Tensões de polarização
Bloqueio	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 5.29. Saídas da função de Proteção contra Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Descrição	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Version	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	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	Disparo Esc3	DIG	-	Disparo geral escalão 3
St4Trip	Disparo Esc4	DIG	-	Disparo geral escalão 4
FaultDirection	Direção	INT	-	Indicação da direção do defeito

5.7.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.30.

Tabela 5.30. Parâmetros da função de Proteção contra Máximo de Corrente Direcional de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
DirectionAngle	Ângulo Direção	$[-90,0..90,0]^\circ$	45,0	Ângulo da característica direcional
MinUpolValue	Limiar Min Upol	$[0,01..1,0] \times U_r$	0,05	Tensão de polarização mínima
VTFailAction	Ação Falha TT	DISPARO / BLOQUEIO	TRIP	Ação em caso de falha do transformador de tensão
St1Operation	Operação Esc1	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Direction	Esc1 Direção	NÃO-DIR / FRENTE / TRÁS	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	$[0,05..4,0] \times I_r$	0,5	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	$[0..60000]$ ms	0	Tempo de atraso de operação do escalão 1
St2Operation	Operação Esc2	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Direction	Esc2 Direção	NÃO-DIR / FRENTE / TRÁS	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 atraso de operação do escalão 2
St3Operation	Esc3 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 3
St3Direction	Direção Esc3	NÃO-DIR / FRENTE / TRÁS	NON-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	Índice 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 atraso 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 escalão 4
St4Direction	Esc4 Direção	NÃO-DIR / FRENTE / TRÁS	NON-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	Índice de tempo do escalão 4
St4DropType	Esc4 Tipo Rearme	INSTANTÂNEO / TEMPO DEFINITO / 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
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

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
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	$[1,0..4,0] \times I_{op}$	1,0	Corrente mínima de arranque do escalão 4

5.8 SOBRECARGA COM IMAGEM TÉRMICA

5.8.1 INTRODUÇÃO

A Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica é uma função que implementa um modelo térmico do motor, transformador ou cabo, com base nas correntes das suas entradas. Esta função baseia-se numa equação diferencial, que relaciona o aumento da temperatura com a corrente no condutor. Este aumento da temperatura depende da capacidade de dissipação do material e das condições ao seu redor. Isto poderá inibir a aplicação da função de proteção para as linhas aéreas devido à incerteza quanto às condições envolventes (humidade, vento, etc.).

Uma vez que esta função funciona com amplitudes de temperatura, que têm um tempo de resposta naturalmente diferido, não é expectável que esta função seja capaz de detetar curto-circuitos. Para estas condições de defeito, deve utilizar-se funções de proteção, como a função de Proteção contra Máximo de Corrente de Fase. A função de Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica protege o equipamento em circunstâncias específicas, tal como quando se verificam várias ocorrências de máximo de corrente periódico, que não são suficientemente elevadas para que as funções de proteção contra curto-circuitos sejam ativadas. Esta condição acaba por sobreaquecer o material, levando possivelmente à sua destruição.

Esta função tem a finalidade principal de prevenir a deterioração das propriedades de isolamento e elétricas do material quando exposto a um sobreaquecimento causado pelas correntes. Uma vez que esta função lida com fenómenos a longo prazo, monitoriza continuamente o valor de corrente em cada fase e calcula a sua contribuição para o aumento da temperatura.

5.8.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica proporciona um escalão de proteção independente. A função pode ser ativada através da alteração da sua parametrização (parâmetro **Operation**).

Princípio de Medição

A função de Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica calcula o aumento de temperatura acima da temperatura ambiente no equipamento elétrico que está a ser supervisionado. O cálculo baseia-se no valor de corrente atual e na corrente máxima admissível em operação contínua. A estimativa do aumento de temperatura causado pela corrente baseia-se na seguinte fórmula diferencial:

$$\tau \frac{\partial \Theta}{\partial t} + \Theta = I^2 \quad (5.29)$$

Θ = Aumento de temperatura.

τ = Constante de tempo de carga térmica.

I^2 = Rácio entre a corrente RMS medida e a corrente RMS máxima contínua suportada $\left(I_{RMS} / I_{Max} \right)^2$.

Se considerarmos que o valor da temperatura atingiu uma condição de regime permanente, então o valor de $\tau \frac{\partial \Theta}{\partial t}$ na fórmula é zero. Desta forma podemos encontrar a temperatura máxima impulsionada por essa corrente:

$$\Theta_{Max} = \left(\frac{I_{RMS}}{I_{Max}} \right)^2 \times T_{Max} \quad (5.30)$$

Θ_{Max} = Aumento máximo da temperatura devido a I_{RMS} .

T_{Max} = Aumento máximo da temperatura devido a I_{Max} .

O aumento real da temperatura de cada fase é calculado tendo em consideração o valor anterior (um salto de tempo Δt antes) da mesma grandeza:

$$\Theta_n = \Theta_{n-1} + (\Theta_{Max} - \Theta_{n-1}) \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} \right) \quad (5.31)$$

A temperatura final usada para o modelo térmico (disponível na saída **TempThmModel** da função) é a temperatura mais elevada de Θ_n entre as três fases, após adicionar a temperatura ambiente.

Parâmetros

Uma vez que imediatamente após o arranque do relé o valor de temperatura anterior não é conhecido, o primeiro parâmetro que o utilizador deve configurar é o parâmetro **InitTempOpt**. Isso permite que o utilizador determine se a função arranca a partir da temperatura máxima correspondente à corrente real (**InitTempOpt** = ON), pressupondo que o regime permanente já foi atingido; ou se a função arranca a partir da temperatura ambiente (**InitTempOpt** = OFF).



Se o parâmetro **InitTempOpt** estiver ativado, isso pode levar a uma sinalização instantânea após o arranque (**Arranque, Alarme, Disparo, Religação**), dependendo dos valores de entrada de corrente.

A constante de tempo térmico τ está relacionada com a taxa de variação de temperatura e, consequentemente, com o seu tempo de aumento. Este parâmetro é normalmente definido pelo fabricante. Salienta-se que τ é normalmente fornecido em minutos e a função recebe o parâmetro em segundos. Se esta informação não estiver disponível, o utilizador pode sempre calcular o seu valor com base na corrente nominal de curto-circuito admissível (I_{1s}) e a corrente contínua máxima (parâmetro **IMax**).

$$\tau = \left(\frac{I_{1s}}{I_{Max}} \right)^2 \quad (5.32)$$

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 contínua máxima (parâmetro **IMax**). Este valor é muito importante para a correta configuração do modelo térmico.

A saída **Pickup** é assinalada quando a corrente, em pelo menos uma das fases, é tal que a temperatura máxima correspondente (Θ_{Max}) mais a temperatura ambiente é superior ao limiar operacional (parâmetro **TripTemp**). Isto significa que, se esse valor de corrente for mantido, irá provocar, após algum tempo, um disparo da função.

A condição **Alarm** é atingida quando o parâmetro **TempThmModel** é superior ao parâmetro **AlarmTemp**. As saídas **Trip** e **RecloseTemp** estão também relacionadas com o parâmetro **TempThmModel**, mas o limiar associado é definido através do parâmetro **TripTemp**. Após o sinal **Trip** ser emitido, é necessário que a temperatura diminua até atingir uma temperatura inferior à do parâmetro **RecloseTemp** para desativar a saída **BlockReclose**.



O parâmetro **TempMax** corresponde ao aumento da temperatura máxima acima da temperatura ambiente suportada pelo equipamento. Pelo contrário, os parâmetros **AlarmTemp**, **TripTemp** e **RecloseTemp** são definidos em temperatura absoluta (incluindo a temperatura ambiente).

Modos de Operação

A temperatura ambiente pode ser configurada pelo utilizador ou pode ser lida diretamente a partir de um sensor externo, se disponível.

- ◆ Utilizando um sensor de temperatura externo, as variações na temperatura ambiente irão provocar variações equivalentes na temperatura do modelo térmico, o que irá influenciar diretamente a corrente máxima suportada.
- ◆ Se não houver nenhuma medição da temperatura ambiente, a função pode ser configurada através da utilização de uma temperatura ambiente predefinida (parâmetro **EnvTemp**).

- ♦ O utilizador pode sempre definir o parâmetro **EnvTemp** como zero e definir as temperaturas de alarme, disparo e fecho como o aumento da temperatura permitido acima da temperatura ambiente, conforme a configuração do parâmetro **TempMax**.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**) que pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

Este bloqueio pode ser utilizado para prevenir um funcionamento incorreto da função, ao bloquear todas as saídas digitais da função. Independentemente das condições de bloqueio definidas pelo utilizador, a função continua a ser executada e atualiza as saídas de medição (como o parâmetro **TempThmModel**). Se o objetivo é desligar a função de Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica, então o utilizador deve antes alterar o parâmetro **Operation**.

Condição da Função

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

- ♦ Não houver nenhum canal analógico associado à entrada I;
- ♦ Os parâmetros **AlarmTemp**, **TripTemp** e **RecloseTemp** são definidos abaixo da temperatura ambiente (**EnvTemp**) e não há nenhuma medida externa da temperatura (**TempSensor = OFF**);
- ♦ O utilizador indica a existência de um sensor de temperatura (**TempSensor = ON**), mas não há nenhuma medida analógica associada à entrada **EnvTempIn**.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.8.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.31 e na Tabela 5.32, respetivamente.

Tabela 5.31. Entradas da função de Proteção contra Sobrecarga com Imagem Térmica.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	Correntes	ANL CH	-	Correntes para modelo térmico
Block	Bloqueio	DIG	-	Bloqueio das saídas
EnvTempIn	Sensor Temp Amb	ANL	-	Entrada do sensor de temperatura ambiente

Tabela 5.32. Saídas da função de Proteção contra 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 de 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

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
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

5.8.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.33.

Tabela 5.33. Parâmetros da função de Proteção contra Sobrecarga com Imagem 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 da carga térmica
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 Amb	[-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

5.9 FECHO SOBRE DEFEITO

5.9.1 INTRODUÇÃO

A função de Proteção Fecho Sobre Defeito é uma função de proteção instantânea que proporciona um disparo muito rápido quando um defeito é imediatamente detetado após o disjuntor ser fechado.

O objetivo principal da função de Proteção contra Fecho Sobre Defeito é complementar a função de Proteção de Distância em casos em que esta última não funciona, nomeadamente em caso de defeitos trifásicos francos a seguir à energização da linha (por exemplo, um defeito causado por um interruptor de ligação à terra que foi deixado fechado no momento em que o disjuntor é ligado). Estes defeitos podem não ser detetados se os transformadores de tensão estiverem localizados no lado da linha do disjuntor, porque sinais de tensão instantâneos ou a memória da tensão anterior não estarão disponíveis nesta situação para a polarização da função de Proteção de Distância.

A função de Proteção contra Fecho sobre Defeito baseia-se geralmente num elemento de máximo de corrente não direcional para garantir fiabilidade na ausência de memória da tensão. Opcionalmente, a lógica da função de Proteção contra Fecho sobre Defeito também pode ser utilizada para ativar o disparo instantâneo de qualquer outro elemento de proteção (por exemplo, um escalão de Proteção de Distância não direcional).

Este esquema de proteção pode ser utilizado noutras aplicações, independentemente da função de Proteção de Distância. O seu funcionamento pode ser restrito aos comandos de fecho manual ou também pode ser aplicado às sequências de fecho automático.

5.9.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A lógica da função de Proteção contra Fecho sobre Defeito pode ser associada a qualquer escalão da função de proteção. Em alternativa, está disponível um escalão de máximo de corrente integrado.

Ativação

A função de Proteção contra Fecho sobre Defeito só poderá disparar quando forem satisfeitas algumas condições internas ou externas.

É ativada através de uma indicação externa associada à entrada **ExtEnable** da função. Esta entrada pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador, mas normalmente será associada a um comando de fecho do disjuntor.

Como alternativa, a função de Proteção contra Fecho sobre Defeito também pode ser ativada através de condições internas, dependendo do valor das entradas analógicas associadas à função. Este mecanismo (deteção de linha desligada) é automaticamente ativado se uma entrada de tensão estiver ligada à entrada **U** da função e encontra-se descrito abaixo.

Ambos os métodos podem ser simultaneamente ativados, sendo que, neste caso, a primeira condição de ativação preenchida irá ativar a função de proteção.

Após o cancelamento de todas as condições de ativação, a função permanece ativa durante um determinado intervalo de tempo, definido através do parâmetro **SustainTime**. Isto proporciona uma janela temporal a seguir à energização da linha, durante a qual a função de Proteção contra Fecho sobre Defeito pode disparar.

O estado da função de Proteção contra Fecho sobre Defeito é assinalado na sua saída **Active**. Esta indicação pode ser associada a outros escalões de proteção selecionados pelo utilizador, através de uma lógica de disparo externa (consultar a secção 5.17 - Lógica de Disparo Trifásica para mais detalhes). Os escalões selecionados irão disparar instantaneamente no caso da indicação de Proteção contra Fecho sobre Defeito estar ativa. O disparo é sempre tripolar.

Deteção de Linha Desligada

Um mecanismo complementar de deteção de linha desligada é integrado na função de Proteção contra Fecho sobre Defeito. Como referido anteriormente, é utilizado para a ativação da função de Proteção contra Fecho sobre Defeito. Neste caso, o disparo da função é ativado antes do comando de fecho do disjuntor. A indicação da linha desligada respetiva está disponível como saída da função (**DeadLineDetected**), pelo que pode ser utilizada para outros fins.

A detecção de linha desligada é automaticamente ativada quando um canal de tensão é ligado à entrada **U** da função. São permitidos um ou mais sinais de tensão fase-neutro ou fase-fase, contanto que o TT correspondente esteja ligado ao lado da linha do disjuntor.

O princípio de base para a detecção de uma linha desligada é a ausência simultânea de correntes e tensões. Todas as correntes trifásicas devem ser inferiores ao parâmetro **I_{maxDead}** e todos os sinais de tensão associados à entrada **U** devem ser inferiores ao parâmetro **U_{maxDead}**. A linha é declarada como desligada se estas duas condições permanecerem ativas durante mais tempo do que o intervalo de tempo determinado, configurado no parâmetro **DLDConfirmTime**. A indicação é cancelada assim que as amplitudes da corrente ou tensão são superiores ao parâmetro correspondente.



O parâmetro **DLDConfirmTime** pode ser utilizado para impedir um disparo da função de Proteção contra Fecho sobre Defeito durante sequências de Religação Automática. Por exemplo, a Proteção contra Fecho sobre Defeito não será ativada após um rápido comando de fecho se o parâmetro **DLDConfirmTime** for superior ao tempo de isolamento de Religação Automática configurado.

Escalão de Máximo de Corrente Integrado

Está disponível um escalão de máximo de corrente de disparo de alta velocidade independente. Pode ser ativado separadamente através da alteração do parâmetro correspondente (**OCOperation**). Este escalão de máximo de corrente é somente ativado enquanto a função de Proteção contra Fecho sobre Defeito estiver ativa.

Este escalão monitoriza continuamente os sinais de corrente trifásica, associados num canal analógico ligado à entrada **I** da função. O escalão de máximo de corrente é executado em modo de esquema completo, o que significa que há elementos de proteção separados para monitorizar a corrente de cada fase. O disparo da função é assinalado, independentemente, para cada fase se as condições de operação forem satisfeitas.

Há também uma saída de disparo geral. Corresponde ao OR lógico das saídas de fases, ou seja, é ativada se pelo menos um disparo de fase estiver ativo.

O disparo é sempre instantâneo. É sinalizado quando a amplitude de corrente for superior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**OClop**). O escalão é rearmado quando a amplitude é inferior a 96 % desse parâmetro. A histerese incorporada entre os níveis de arranque e de rearme garante uma estabilidade adequada das saídas da função.

O limiar de arranque é configurado em valores por unidade, relativamente à corrente primária nominal do TI.

$$I_{op}[A] = I_{op}[\rho.u.] \cdot I_r \quad (5.33)$$

O limiar de operação tem um intervalo de configurações alargado, que permite ativar o escalão de máximo de corrente apenas para defeitos de alta tensão.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**) que pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A função fornece uma entrada de bloqueio (**OCBlock**) para bloquear o escalão de máximo de corrente integrado. Pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é assinalada na saída correspondente (**OCBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado à entrada **I**;
- ◆ O canal de corrente associado à entrada **I** não inclui as três fases.

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Não há nenhum canal analógico associada à entrada **U**: a detecção de linha desligada não é ativada neste caso;
- ◆ Um canal de tensão neutro é associado à entrada **U**: a detecção de linha desligada não é ativada neste caso.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.9.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.34 e na Tabela 5.35, respetivamente.

Tabela 5.34. Entradas da função de Fecho sobre Defeito.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Correntes operacionais
U	U	ANL CH	-	Tensões da linha
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio 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 5.35. Saídas da função de Fecho sobre Defeito.

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
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
OCBehavior	Modo Operação MI	INT	-	Modo de operação do escalão de máximo de corrente
Health	Condição	INT	-	Condição da função
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

5.9.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.36.

Tabela 5.36. Configurações da função de Fecho sobre Defeito.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
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
DLDC _{confirm} Time	Tempo Confirm DLD	[40..10000] ms	1000	Tempo de confirmação para detecção de linha desligada
OC _{operation}	MI Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão de máximo de corrente
OC _{lop}	MI lop	$[0,5..40,0] \times I_r$	2,0	Limiar de operação do escalão de máximo de corrente

5.10 MÍNIMO DE TENSÃO DE FASE

5.10.1 INTRODUÇÃO

As condições de mínimo de tensão, quer se trate de quebras ou interrupções de tensão, correspondem a uma diminuição constante da amplitude da componente de frequência fundamental de um ou mais sinais de tensão fase-neutro ou fase-fase. Estas condições anormais podem comprometer a estabilidade do sistema de energia e devem ser detetadas logo que possível, a fim de minimizar o seu efeito sobre as condições de operação gerais. Também podem ser responsáveis por tentativas infrutíferas de comutadores de tomadas para aumentar o valor da tensão, ou podem ainda fazer com que os binários admissíveis em máquinas de energia elétrica sejam excedidos.

Várias causas podem ser associadas a quebras ou interrupções de tensão, tais como:

- ◆ Um funcionamento incorreto do regulador de tensão ou uma falha do comutador de tomadas;
- ◆ Sobrecarga extrema do sistema, possivelmente associada ao fator anterior;
- ◆ Curto-circuito em algum local da rede ou uma interrupção de energia subsequente.

Em caso de curto-circuito, as funções de proteção dedicadas proporcionam um recurso eficaz para eliminar a fonte de mínimo de tensão. A função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase pode ser utilizada como complemento da função de proteção principal, para disparo de disjuntores, como função de reserva com um longo tempo de operação. Também pode ser aplicada para disparo seletivo de máquinas assíncronas quando são atingidos os seus limites de binário. Em alternativa, a função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase pode ser utilizada na deteção de um defeito específico ou numa lógica de bloqueio, ou apenas para alarme. Também pode ser integrada num esquema lógico programável pelo utilizador, a fim de emitir ações de controlo de tensão.

Mais frequentemente, a Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase é utilizada para iniciar programas de deslastre de cargas, e de remoção seletiva de secções da rede no caso de uma interrupção de energia grave, a fim de preparar uma reposição subsequente do sistema.

5.10.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões de mínimo de tensão: o primeiro escalão tem uma característica de tempo definido, enquanto que para o segundo escalão pode optar-se por uma característica de tempo definido ou inverso. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração da configuração (parâmetro **StxOperation**, $x = 1$ ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase monitoriza continuamente um, dois ou três sinais de tensão, associados num canal analógico ligado à entrada **U** da função. As quantidades operacionais podem ser tensões fase-neutro ou fase-fase. Se as três tensões fase-neutro estiverem todas ligadas à entrada **U**, a função pode ser configurada para avaliar as tensões de entrada fase-neutro ou, em opção, as tensões fase-fase calculadas, de acordo com o parâmetro **VoltageQty**. Por outro lado, se houver uma ou mais tensões fase-fase associadas à entrada **U**, apenas tensões fase-fase poderão ser utilizadas como quantidades de operação.

A função de proteção é executada em esquema completo, o que significa que há elementos de proteção separados para monitorizar cada uma das fases da tensão operacional. O arranque e disparo da função são independentemente sinalizados para cada fase e escalão, se as condições de funcionamento forem verificadas. Se as quantidades operacionais forem tensões fase-fase, sempre que alguns sinais de entrada satisfizerem as condições de operação, serão assinaladas as duas saídas de fase correspondentes.

Também existe arranque e disparo geral de saídas para cada escalão. Estes correspondem ao OR lógico das saídas de fase, ou seja, são ativadas, respetivamente, se pelo menos um arranque ou disparo da fase está ativo.

O arranque de escalão é assinalado quando a amplitude de tensão medida é inferior ao limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxUop**). Uma histerese incorporada entre o arranque e os níveis de rearme garante a estabilidade adequada do painel das saídas da função. Os níveis exatos de arranque e rearme dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, em relação à tensão primária nominal do TT: em caso de tensão operacional fase-neutro, aplica-se a equação (5.34); em caso de tensão operacional fase-fase, deve aplicar-se a equação (5.35).

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.34)$$

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r \quad (5.35)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação pode ser definido acima ou abaixo da tensão nominal. Este intervalo de configurações alargado proporciona uma flexibilidade de configuração adicional, permitindo que a função seja utilizada para a deteção de condições quebras de tensão, interrupções de tensão ou restabelecimento da tensão.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para o escalão 1. Também pode ser configurada, em opção, para o escalão 2.

Se a característica de tempo definido for selecionada, o arranque do escalão é assinalado quando a amplitude de tensão medida é inferior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxUop**). É rearmado quando a amplitude é superior a 104 % 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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão é instantaneamente rearmado se a amplitude da tensão aumentar acima do nível de rearme.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica operacional pode ser selecionada em opção apenas para o escalão 2.

Se for selecionada a característica de tempo inverso, o arranque só ocorre se a amplitude da tensão for inferior a 0,96 vezes o limiar de operação, a fim de evitar a integração de tempo indefinido (ver equação (5.36)). O rearme ocorre quando o valor medido é superior ao limiar definido.

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 a equação (5.36). A expressão é integrada no tempo a fim de acomodar 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 - Características de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre esta característica.

$$t = \frac{TM}{\frac{U_{op} - U}{U_{op}}} \quad (5.36)$$

Tal como para a opção anterior, o rearme do escalão é também instantâneo quando a característica de tempo inverso é selecionada.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase deve ser bloqueada quando a linha que está a ser supervisionada é desligada, se os transformadores de tensão estiverem do lado da linha do disjuntor. A condição de bloqueio real poderá depender do estado dos vários disjuntores (especialmente para topologias com mais de um arranjo de barramentos ou bypass de disjuntores). Pode ser programada pelo utilizador e está associada às entradas de bloqueio acima mencionadas.

O mesmo aplica-se durante uma condição de pólo aberto, se o disjuntor for apto para um disparo unipolar. Estão disponíveis três entradas independentes (**OpenPoleA**, **OpenPoleB** e **OpenPoleC**) para este efeito. Devem ser associadas às saídas correspondentes da função de um detetor de pólo aberto separado. Neste caso, só os elementos de mínimo de tensão que monitorizam a fase desligada são bloqueados.

A função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase também pode funcionar de forma incorreta em caso de falha no circuito de medição da tensão. Só uma fase é normalmente afetada se isto for o resultado de um fusível queimado. No entanto, se o transformador de tensão associado estiver protegido por um disjuntor miniatura (MCB), não haverá nenhuma tensão de medição disponível nas três fases simultaneamente. Todos os escalões da função são automaticamente bloqueados se for indicada uma falha no circuito de medição da tensão na entrada **VTFail**. Esta informação poderá ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.21 - Supervisão de TT), ou a indicação de disparo do MCB que protege o transformador de tensão pode ser diretamente utilizada.

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não há qualquer canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão neutro é associado à entrada **U**;
- ◆ Uma ou duas tensões fase-neutro estão associadas à entrada **U** e o parâmetro **VoltageQty** é igual a **FASE-FASE**;
- ◆ Uma ou mais tensões fase-fase estão associadas à entrada **U** e o parâmetro **VoltageQty** é igual a **FASE-NEUTRO**.

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Pelo menos uma entrada de pólo aberto está ligada, mas não as três: neste caso, o bloqueio de polo aberto não é ativado.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.10.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.37 e na Tabela 5.38, respetivamente.

Tabela 5.37. Entradas da função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CH	-	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 5.38. Saídas da função de Proteção contra 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 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

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
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

5.10.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.39.

Tabela 5.39. Parâmetros da função de Proteção contra Mínimo de Tensão de Fase.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
VoltageQty	Grandeza Tensão	FASE-TERRA / FASE-FASE	PHASE-EARTH	Grandeza de tensão
St1Operation	Operação Esc1	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 atraso de operação do escalão 1
St2Operation	Operação Esc2	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	Top Esc2	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de atraso de operação do escalão 2
St2Curve	Esc2 Curva	TEMPO DEF / TEMPO INV	TEMPO DEF	Tipo de curva do escalão 2
St2TMS	Esc2 TMS	$[0,05..15,0]$	1,0	Índice de tempo do escalão 2

5.11 MÁXIMO DE TENSÃO DE FASES

5.11.1 INTRODUÇÃO

A Proteção contra Máximo de Tensão de Fase protege o sistema de energia contra níveis de tensão que possam danificar o equipamento elétrico, conduzindo à falha do isolamento ou a tentativas infrutíferas dos comutadores de tomadas para diminuir o valor de tensão.

Os máximos de tensão num sistema de energia podem ter uma natureza transitória ou permanente. Diferentes causas e mecanismos de proteção são associados a cada um destes fenómenos. Os máximos de tensão transitórios podem ser originados por descargas elétricas na proximidade de condutores ou através de operações de comutação. Correspondem a transitórios muito rápidos sobrepostos na onda de tensão c.a., e são corrigidos por equipamentos específicos, tais como descarregadores de sobretensão.

A Proteção contra Máximo de Tensão de Fase é adequada para a proteção contra máximos de tensão permanentes, ou seja, contra os máximos de tensão que correspondem a uma condição contínua na componente de frequência fundamental. O incremento da amplitude de tensão em uma ou mais fases pode ser associado a várias causas, tais como:

- ♦ Um funcionamento incorreto do regulador de tensão ou uma falha do comutador de tomadas;
- ♦ Súbita perda de carga, recuperação de tensão após deslastre de cargas ou ligação inadvertida de baterias de condensadores;
- ♦ Defeitos fase-terra, especialmente em redes com uma ligação de neutro não sólida.

Neste último caso, funções dedicadas de proteção contra máximos de tensão proporcionam um recurso eficaz para eliminar a fonte de máximo de tensão. Relativamente às duas primeiras causas, deveria usar-se a função de Proteção de Máximo de Tensão de Fase.

A função pode ser utilizada para disparo de disjuntores ou, como alternativa, apenas para alarme. Também pode ser integrada num esquema lógico programável pelo utilizador, a fim de emitir ações de controlo de tensão.

5.11.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões de máximo de tensão: o primeiro escalão tem uma característica de tempo definido, enquanto para o segundo escalão pode optar-se por uma característica de tempo definido ou inverso. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Tensão de Fases monitoriza continuamente um, dois ou três sinais de tensão, associados num canal analógico, ligado à entrada **U** da função. As quantidades de operação podem ser tensões fase-terra ou fase-fase. Se as três tensões fase-terra estiverem ligadas à entrada **U**, a função pode ser configurada para avaliar as tensões fase-terra ou, em opção, as tensões fase-fase calculadas, de acordo com o parâmetro **VoltageQty**. Por outro lado, se houver uma ou mais tensões fase-fase associadas à entrada **U**, apenas tensões fase-fase poderão ser utilizadas como quantidades de operação.

A função de proteção é executada em modo de esquema completo, o que significa que há elementos de proteção separados para monitorizar cada tensão operacional. O arranque e disparo da função são independentemente sinalizados para cada fase e escalão, se as condições de funcionamento forem verificadas. Se as quantidades operacionais forem tensões fase-fase, sempre que algum sinal de entrada satisfizer as condições de operação, serão assinaladas as duas saídas de fase correspondentes.

Também existe arranque e disparo geral de saídas para cada escalão. Estes correspondem ao OU lógico das saídas de fase, ou seja, são ativadas, respetivamente, se pelo menos um arranque ou disparo da fase está ativo.

O arranque de escalão é assinalado quando a amplitude de tensão medida é superior ao limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxUop**).

Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e de rearme garante a estabilidade adequada das saídas da função. Os níveis exatos de arranque e rearme dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, em relação à tensão primária nominal do transformador de tensão: em caso de tensão operacional fase-terra, aplica-se a equação (5.37); em caso de tensão operacional fase-fase, deve aplicar-se a equação (5.38).

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.37)$$

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r \quad (5.38)$$

Em todos os escalões, o limiar de operação pode ser definido acima ou abaixo da tensão nominal. Este intervalo de configurações alargado proporciona uma flexibilidade de configuração adicional, permitindo que a função seja utilizada para a detenção de condições de máximo de tensão e de restabelecimento da tensão.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para o escalão 1. Também pode ser configurada, em opção, para o escalão 2.

Se a característica de tempo definido for selecionada, o arranque do escalão é assinalado quando a amplitude de tensão medida é superior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxUop**). É rearmado quando a amplitude é inferior a 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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão é instantaneamente rearmado se a amplitude da tensão descer abaixo do nível de rearme.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica operacional pode ser selecionada em opção apenas para o escalão 2.

Se for selecionada a característica de tempo inverso, o arranque só ocorre se a amplitude de tensão for superior a 1,04 vezes o limiar de operação, a fim de evitar uma integração de tempo indefinido (ver equação (5.39)). O rearme ocorre quando o valor medido é inferior ao limiar definido.

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 a equação (5.39). A expressão é integrada no tempo a fim de acomodar 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 - Características de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre esta característica.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U - U_{op})}{U_{op}}} \quad (5.39)$$

Tal como para a opção anterior, o rearme do escalão é também instantâneo quando a característica de tempo inverso é selecionada.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não há qualquer canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão residual é associado à entrada **U**;
- ◆ Uma ou duas tensões fase-terra estão associadas à entrada **U** e o parâmetro **VoltageQty** é igual a **FASE-FASE**;
- ◆ Uma ou mais tensões fase-fase estão associadas à entrada **U** e o parâmetro **VoltageQty** é igual a **FASE-TERRA**.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.11.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.40 e na Tabela 5.41, respetivamente.

Tabela 5.40. Entradas da função de Proteção contra Máximo de Tensão de Fase.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CH	-	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 5.41. Saídas da função de Proteção contra Máximo 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 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 listados na Tabela 5.42.

Tabela 5.42. Parâmetros da função de Proteção contra Máximo de Tensão de Fase.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
VoltageQty	Grandeza Tensão	FASE-TERRA / FASE-FASE	PHASE-EARTH	Grandeza de tensão
St1Operation	Operação Esc1	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 1
St2Operation	Operação Esc2	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2Uop	Esc2 Uop	$[0,01..2,0] \times U_r$	1,2	Limiar de operação do escalão 2
St2Top	Top Esc2	$[0..300000]$ ms	1000	Tempo de operação do escalão 2
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

5.12 MÁXIMO DE TENSÃO RESIDUAL

5.12.1 INTRODUÇÃO

A função de Proteção contra Máximo de Tensão Residual pode ser utilizada como elemento de proteção adicional para a detecção de defeitos à terra, em complemento com outras funções de proteção. De facto, a tensão de sequência homopolar é um indicador fiável da presença de um defeito à terra na rede, uma vez que este componente tem uma amplitude muito baixa em todas as outras condições do sistema de energia, tais como carga equilibrada trifásica ou defeitos fase-fase.

A amplitude da tensão de sequência homopolar durante um defeito fase-terra é afetada por vários fatores, dependendo da ligação à terra do sistema. Por exemplo, em redes isoladas da terra ou ligadas à terra através de uma bobina de supressão de arcos, a tensão de sequência homopolar atinge valores extremamente elevados para a maioria dos defeitos fase-terra na rede, permitindo a sua detecção segura através da Proteção de Máximo de Tensão Residual. Por outro lado, para sistemas ligados à terra por baixa impedância, a amplitude da tensão de sequência homopolar diminui à medida que a resistência do defeito aumenta ou o defeito está mais afastado da localização do relé. Nestes sistemas, a tensão de sequência homopolar pode alcançar valores muito altos para defeitos fase-neutro, enquanto defeitos de impedância muito elevados poderão exigir limiares de detecção extremamente sensíveis.

A Proteção de Máximo de Tensão Residual proporciona uma maneira eficaz de detetar defeitos à terra, embora não seja capaz de identificar a localização do defeito. No entanto, pode ser utilizada para o disparo de disjuntores, por exemplo, quando configurada como função de reserva com um tempo operacional longo; ou em localizações da rede onde o fluxo de corrente de sequência homopolar não é possível (por exemplo, na proximidade de um enrolamento do transformador ligado em triângulo). Em alternativa, pode ser utilizada para alarme apenas, ou integrada num esquema de detecção de defeitos envolvendo a terra combinada, por exemplo, com a Proteção de Máximo de Corrente Residual.

Método de Operação

Estão disponíveis dois escalões de máximo de tensão: o primeiro escalão tem uma característica de tempo definido, enquanto para o segundo escalão pode optar-se por uma característica de tempo definido ou inverso. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Tensão Residual monitoriza continuamente a tensão residual, a qual corresponde a três vezes a tensão de sequência homopolar. Pode ser obtida a partir da soma interna dos três sinais de tensão fase-terra, associada num canal analógico ligado à entrada **U** da função.

$$\bar{U}_{res} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C \quad (5.40)$$

Como alternativa ao método anterior, a tensão residual pode ser diretamente medida numa entrada analógica, por exemplo, a partir de um enrolamento independente do transformador de tensão ligado em triângulo aberto. Neste caso, a entrada **U** da função deve ser associada a um canal analógico residual.

O arranque e o disparo da função são assinalados independentemente para cada escalão, se as condições de operação forem cumpridas.

O arranque de cada escalão é assinalado quando a amplitude de tensão medida é superior ao limiar definido no parâmetro correspondente (**StxUop**). Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e de rearme garante a estabilidade adequada das saídas da função. Os níveis exatos de arranque e rearme dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, em relação à tensão primária nominal fase-terra do transformador de tensão.

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.41)$$

Para todos os escalões, um intervalo de configurações alargado fornece a discriminação adequada de condições distintas de defeito assimétrico e a configuração opcional de limiares de operação extremamente sensíveis.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para o escalão 1. Também pode ser configurada, em opção, para o escalão 2.

Se a característica de tempo definido for selecionada, o arranque do escalão é assinalado quando a amplitude de tensão medida é superior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxUop**). É rearmado quando a amplitude é inferior a 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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão é instantaneamente rearmado se a amplitude da tensão descer abaixo do nível de rearme.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica operacional pode ser selecionada em opção apenas para o escalão 2.

Se a característica de tempo inverso for selecionada, o arranque só ocorre se a amplitude da tensão for superior a 1,04 vezes o limiar de operação, a fim de evitar a integração de tempo infinito (ver equação (5.42)). O rearme ocorre quando o valor medido é inferior ao limiar definido.

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 a equação (5.42). A expressão é integrada no tempo a fim de acomodar 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 - Características de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre esta característica.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U - U_{op})}{U_{op}}} \quad (5.42)$$

Tal como para a opção anterior, o rearme do escalão é também instantâneo quando a característica de tempo inverso é selecionada.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A Proteção de Máximo de Tensão Residual deve ser bloqueada durante uma condição de pólo aberto se o disjuntor for capaz de um disparo unipolar, uma vez que poderá verificar-se uma assimetria da tensão nesta situação. Uma entrada independente (**OpenPole**) está disponível para esse efeito. Deve estar associada à saída correspondente da função de um detetor separado de pólo aberto.

A função também pode funcionar incorretamente em caso de uma falha assimétrica no circuito de medição da tensão, devido a um fusível queimado. Todos os escalões da função são automaticamente bloqueados se for indicada uma falha no circuito de medição da tensão na entrada **VTFail**. Esta informação poderá ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.21 - Supervisão de TT).

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não há qualquer canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde a um grupo de tensão residual ou a um grupo de três sinais de tensão fase-terra.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.12.2 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.43 e na Tabela 5.44, respetivamente.

Tabela 5.43. Entradas da função de Proteção de Máximo de Tensão Residual.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CH	-	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 5.44. Saídas da função de Proteção de Máximo de Tensão Residual.

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 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

5.12.3 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.45.

Tabela 5.45. Parâmetros da função de Proteção 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
St2Curve	Esc2 Curva	TEMPO DEF / TEMPO INV	DEF TIM.	Tipo de curva do escalão 2

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St2TMS	Esc2 TMS	[0,05..15,0]	1,0	Multiplicador de tempo do escalão 2

5.13 MÁXIMO DE TENSÃO DE SEQUÊNCIA INVERSA

5.13.1 INTRODUÇÃO

À semelhança do componente de sequência homopolar, a sequência inversa indica normalmente a existência de uma assimetria no sistema de energia, a qual pode ser o resultado de alguma condição de defeito. Ao contrário da sequência homopolar, a componente de sequência inversa não está transversalmente relacionado com a existência de um defeito envolvendo a terra, e poderá estar presente noutros tipos de defeitos ou condições assimétricas. Por exemplo, a sequência inversa fornece um bom indicador do desequilíbrio de fases.

O princípio da Proteção de Máximo de Tensão de Sequência Inversa pode aplicar-se, por exemplo, às baterias de condensadores para detetar o desequilíbrio de tensão resultante da falha de um único elemento do condensador. A função também pode ser utilizada como proteção de inversão de fases, que dispara quando a rotação de fase de uma máquina elétrica é incorreta. A função pode ser utilizada para disparo de disjuntores ou, como alternativa, apenas para alarme. Também pode ser integrada num esquema lógico programável pelo utilizador, combinada com outras funções.

5.13.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis dois escalões de máximo de tensão: o primeiro escalão tem uma característica de tempo definido, enquanto para o segundo escalão pode optar-se por uma característica de tempo definido ou inverso. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1 ou 2).

Princípio de Medição

A função de Proteção de Máximo de Tensão de Sequência Inversa monitoriza continuamente a tensão de sequência inversa, obtida a partir dos sinais de tensão trifásica fase-terra (de acordo com a equação (5.43)) ou a partir de, pelo menos, dois sinais de tensão fase-fase, associados num canal analógico ligado à entrada **U** da função.

$$\bar{U}_2 = 1/3 \cdot (\bar{U}_A + a^2 \cdot \bar{U}_B + a \cdot \bar{U}_C), \quad a = e^{j120^\circ} \quad (5.43)$$

O arranque e o disparo da função são assinalados independentemente para cada escalão, se as condições de operação forem cumpridas.

O arranque de escalão é assinalado quando a amplitude de tensão medida é superior ao limiar definido no parâmetro de escalão correspondente (**StxUop**). Uma histerese incorporada entre o arranque e os níveis de rearme garante a estabilidade adequada das saídas da função. Os níveis exatos de arranque e rearme dependem da característica de tempo selecionada.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, em relação à tensão primária nominal fase-terra do transformador de tensão.

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.44)$$

Para todos os escalões, um intervalo de configurações alargado fornece a discriminação adequada de condições distintas de defeito assimétrico e a configuração opcional de limiares de operação extremamente sensíveis.

Característica de Tempo Definido

Esta é a única característica de operação possível para o escalão 1. Também pode ser configurada, em opção, para o escalão 2.

Se a característica de tempo definido for selecionada, o arranque do escalão é assinalado quando a amplitude de tensão medida é superior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxUop**). É rearmado quando a amplitude é inferior a 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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão é instantaneamente rearmado se a amplitude da tensão descer abaixo do nível de rearme.

Característica de Tempo Inverso

Esta característica operacional pode ser selecionada em opção apenas para o escalão 2.

Se for selecionada a característica de tempo inverso, o arranque só ocorre se a amplitude da tensão for superior a 1,04 vezes o limiar de operação, a fim de evitar a integração de tempo infinito (ver equação (5.45)). O rearme ocorre quando o valor medido é inferior ao limiar definido.

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 a equação (5.45). A expressão é integrada no tempo a fim de acomodar 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 - Características de Tempo Definido e Inverso para mais detalhes sobre esta característica.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U - U_{op})}{U_{op}}} \quad (5.45)$$

Tal como para a opção anterior, o rearme do escalão é também instantâneo quando a característica de tempo inverso é selecionada.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** e **St2Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

A Proteção contra Máximo de Tensão de Sequência Inversa deve ser bloqueada durante uma condição de pólo aberto, se o disjuntor for capaz de um disparo unipolar, uma vez que poderá existir uma assimetria da tensão nesta situação. Uma entrada independente (**OpenPole**) está disponível para esse efeito. Deve estar associada à saída correspondente da função de um detetor separado de pólo aberto.

A função também pode funcionar incorretamente em caso de uma falha assimétrica no circuito de medição da tensão, devido a um fusível queimado. Todos os escalões da função são automaticamente bloqueados se for indicada uma falha no circuito de medição da tensão na entrada **VTFail**. Esta informação poderá ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.21 - Supervisão de TT).

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não há qualquer canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde a um grupo de três sinais de tensão fase-terra ou a um grupo de, pelo menos, dois sinais de tensão fase-fase.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.13.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.46 e na Tabela 5.47, respetivamente.

Tabela 5.46. Entradas da função de Proteção de Máximo de Tensão de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CH	-	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 5.47. Saídas da função de Proteção contra Máximo de Tensão de Sequência Inversa.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Description	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Version	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 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

5.13.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.48.

Tabela 5.48. Parâmetros da função de Proteção contra 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	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

5.14 MÍNIMO DE FREQUÊNCIA

5.14.1 INTRODUÇÃO

A frequência do sistema de energia deve ser mantida numa gama estreita em torno do seu valor nominal a fim de garantir um funcionamento estável da rede elétrica. Por esta razão, todo o sistema é supervisionado e são executadas ações de controlo em tempo real para garantir um equilíbrio permanente entre geração e carga.

Verifica-se um mínimo de frequência quando a carga ultrapassa, de maneira descontrolada, a geração. Esta condição pode ser causada por um aumento repentino da carga ou pela diminuição da energia gerada disponível, devido, por exemplo, à perda de alguns geradores ou a um mau funcionamento do sistema de controlo da frequência. Também pode ser o resultado de uma sucessão de eventos que conduzem à cisão de um sistema síncrono em duas ou mais secções.

A Proteção contra Mínimo de Frequência reage a desvios de frequência abaixo do intervalo permitido. É normalmente usada para iniciar programas de deslastre de cargas, que reduzem a carga a fim de restabelecer uma nova condição de operação estável. Também pode ser usada em esquemas de ação corretiva ou para detetar o fracionamento da rede, quando um gerador permanece ligado a uma secção do sistema de energia que é separada do resto da rede.

5.14.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis escalões de mínimo de frequência, todos com uma característica de tempo definido. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1, 2, 3, 4 ou 5).

Princípio de Medição

A função de Proteção contra Mínimo de Frequência monitoriza continuamente a frequência do sistema de energia. São utilizados um, dois ou três sinais de tensão, associados num canal analógico ligado à entrada **U** da função, para a medição da frequência. As quantidades operacionais podem ser tensões fase-terra ou fase-fase. Um conjunto de filtros adequados à finalidade a que se destinam garante a rejeição de harmónicas, transitórios e variações de fase na avaliação da frequência.

A frequência é supervisionada em todos os sinais de tensão disponíveis no canal de entrada, desde que a sua amplitude seja superior ao limiar de bloqueio de mínimo de tensão parametrizável (**StxUmin**). O arranque é sinalizado somente quando as condições operacionais de frequência são simultaneamente atingidas em todas as entradas de tensão para as quais a amplitude está acima do limiar de bloqueio de mínimo de tensão.

O arranque e o disparo da função são assinalados independentemente para cada escalão, se as condições de operação forem cumpridas.

O arranque de escalão é assinalado quando a frequência medida é inferior ao 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 da função. O diferencial de rearme é independente do limiar de operação e é igual a 20 mHz.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, em relação ao valor nominal de frequência (50 Hz ou 60 Hz).

$$f_{op} [Hz] = f_{op} [p.u.] \cdot f_r \quad (5.46)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação pode ser definido acima ou abaixo da frequência nominal. Este intervalo de configurações alargado proporciona uma flexibilidade de configuração adicional, permitindo que a função seja utilizada para a deteção de condições de mínimo de frequência e de condições de restabelecimento da 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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão é instantaneamente rearmado se a frequência descer abaixo do nível de rearme.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St5Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

Independentemente das condições de bloqueio definidas pelo utilizador, a função possui um bloqueio de mínimo de tensão integrado. É utilizado para prevenir um funcionamento incorreto da função devido a sinais de tensão degradados e instáveis (por exemplo, quando essa secção da rede é desligada 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 apenas eficaz, e a sua indicação de saída correspondente é assinalada, quando a amplitude de todas as entradas de tensão disponíveis está abaixo do limiar de tensão de bloqueio. No caso de algum escalão já ter sido arrancado aquando da queda de tensão, este será imediatamente rearmado.

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**). A condição de bloqueio de mínimo de tensão é também assinalada na saída do escalão correspondente (**St1UminBlocked** a **St5UminBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não há qualquer canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão residual é associado à entrada **U**.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.14.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.49 e na Tabela 5.50, respetivamente.

Tabela 5.49. Entradas da função de Proteção contra Mínimo de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	MIt	Descrição
U	U	ANL CH	-	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 5.50. Saídas da função de Proteção contra Mínimo de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Description	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Version	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	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 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	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
St5Trip	Esc5 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 5

5.14.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.51.

Tabela 5.51. Parâmetros da função de Proteção contra Mínimo de Frequência.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
St1Operation	Esc1 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 1
St1Fop	Esc1 Fop	$[0,8..1,2] \times f_r$	0,95	Limiar de operação do escalão 1
St1Top	Esc1 Top	[0..120000] ms	200	Tempo de atraso 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

5.15 MÁXIMO DE FREQUÊNCIA

5.15.1 INTRODUÇÃO

A frequência do sistema de energia deve ser mantida numa gama estreita em torno do seu valor nominal a fim de garantir um funcionamento estável da rede elétrica. Por esta razão, todo o sistema é supervisionado e são executadas ações de controlo em tempo real para garantir um equilíbrio permanente entre geração e carga.

Verifica-se um máximo de frequência quando a geração ultrapassa, de maneira descontrolada, a carga. Esta condição pode ser causada por uma diminuição repentina da carga, um defeito trifásico ou uma avaria do sistema de controlo de frequência. Também pode ser o resultado de uma sucessão de eventos que conduzem à cisão de um sistema síncrono em duas ou mais secções.

A função de Proteção contra Máximo de Frequência reage aos desvios de frequência acima do intervalo aceite. É normalmente utilizada em programas de deslastre dos geradores, os quais reduzem a geração a fim de restabelecer uma nova condição de operação estável, ou detetar um fracionamento da rede, quando um gerador permanece ligado a uma secção do sistema de energia que está separada do resto da rede. Também pode ser utilizada em esquemas de ação corretiva ou para iniciar a reposição da carga após eventos principais de deslastre de cargas.

5.15.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis cinco escalões de máximo de frequência independentes, todos com uma característica de tempo definido. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração 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, associados num canal analógico ligado à entrada **U** da função, para a medição da frequência. As quantidades operacionais podem ser tensões fase-terra ou fase-fase. Um conjunto de filtros adequados à finalidade a que se destinam garante a rejeição de harmónicas, transitórios e variações de fase na avaliação da frequência.

A frequência é supervisionada em todos os sinais de tensão disponíveis no canal de entrada, desde que a sua amplitude seja superior ao limiar de bloqueio de mínimo de tensão parametrizável (**StxUmin**). O arranque é sinalizado somente quando as condições operacionais de frequência são simultaneamente atingidas em todas as entradas de tensão para as quais a amplitude está acima do limiar de bloqueio de mínimo de tensão.

O arranque e o disparo da função são assinalados independentemente para cada escalão, se as condições de operação forem cumpridas.

O arranque de escalão é assinalado quando a frequência medida é superior ao 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 da função. O diferencial de rearme é independente do limiar de operação e é igual a 20 mHz.

O limiar de arranque é definido em valores por unidade, em relação ao valor nominal de frequência (50 Hz ou 60 Hz).

$$f_{op} [Hz] = f_{op} [p.u.] \cdot f_r \quad (5.47)$$

Para todos os escalões, o limiar de operação pode ser definido acima ou abaixo da frequência nominal. Esta gama de configurações alargada proporciona uma flexibilidade de configuração adicional, permitindo que a função seja utilizada para a deteção de condições de máximo de frequência e de condições de restabelecimento da 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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão é instantaneamente rearmado se a frequência descer abaixo do nível de rearme.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St5Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

Independentemente das condições de bloqueio definidas pelo utilizador, a função possui um bloqueio de mínimo de tensão integrado. É utilizado para prevenir um funcionamento incorreto da função devido a sinais de tensão degradados e instáveis (por exemplo, quando essa secção da rede é desligada 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 apenas eficaz, e a sua indicação de saída correspondente é assinalada, quando a amplitude de todas as entradas de tensão disponíveis está abaixo do limiar de tensão de bloqueio. No caso de algum escalão já ter sido arrancado aquando da queda de tensão, este será imediatamente rearmado.

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**). A condição de bloqueio de mínimo de tensão é também assinalada na saída do escalão correspondente (**St1UminBlocked** a **St5UminBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não há qualquer canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão residual é associado à entrada **U**.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.15.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.52 e na Tabela 5.53, respetivamente.

Tabela 5.52. Entradas da função de Proteção contra Máximo de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	MIt	Descrição
U	U	ANL CH	-	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 5.53. Saídas da função de Proteção contra Máximo de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Description	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Version	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	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 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	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
St5Trip	Esc5 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 5

5.15.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.54.

Tabela 5.54. Parâmetros da função de Proteção contra 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

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
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
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	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	$[0,8..1,2] \times f_r$	1,05	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

5.16 TAXA DE VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA

5.16.1 INTRODUÇÃO

A frequência do sistema de energia deve ser mantida numa gama estreita em torno do seu valor nominal a fim de garantir um funcionamento estável da rede elétrica. Por esta razão, todo o sistema é supervisionado e são executadas ações de controlo em tempo real para garantir um equilíbrio permanente entre geração e carga.

A supervisão da derivada da frequência fornece uma indicação antecipada das principais perturbações e antecipa desvios excessivos da frequência abaixo ou acima do intervalo permitido, causados por desequilíbrios entre a geração e a carga. Estes podem ser o resultado de uma perda súbita de geração ou carga, de um mau funcionamento do sistema de controlo da frequência ou de uma sucessão de eventos que conduzem a uma divisão de um sistema síncrono em duas ou mais secções.

A função de Proteção contra Taxa de Variação de Frequência garante, normalmente, uma reação mais rápida a desvios de frequência do que as funções de Proteção contra Mínimo e Máximo de Frequência. Permite uma execução mais rápida dos programas de deslastre de cargas e geração, a fim de restabelecer, o mais rapidamente possível, as condições normais de operação do sistema. Também pode ser utilizada em esquemas de ação corretiva. Quando aplicado à proteção contra o fracionamento da rede, permite desligar antecipadamente os geradores que permanecem separados do resto da rede, o que aumenta a taxa de sucesso do comando subsequente de fecho automático.

5.16.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estão disponíveis cinco escalões de taxa de variação de frequência independentes, todos com uma característica de tempo definido. Cada escalão pode ser ativado separadamente através da alteração de parâmetros (parâmetro **StxOperation**, x = 1, 2, 3, 4 ou 5).

Princípio de Medição

A função de Proteção contra 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, associados num canal analógico ligado à entrada **U** da função, para a medição da frequência. As quantidades operacionais podem ser tensões fase-terra ou fase-fase. Um conjunto de filtros adequados à finalidade a que se destinam garante a rejeição de harmónicas, transitórios e variações de fase na avaliação da frequência.

A frequência e a sua taxa de variação são supervisionadas em todos os sinais de tensão disponíveis no canal de entrada, contanto que a sua amplitude seja superior ao limiar de bloqueio de mínimo de tensão parametrizável (**StxUmin**). O arranque é sinalizado somente quando as condições operacionais de frequência são simultaneamente atingidas em todas as entradas de tensão para as quais a amplitude está acima do limiar de bloqueio de mínimo de tensão.

O arranque e o disparo da função são assinalados independentemente para cada escalão, se as condições de operação forem cumpridas.

O arranque de escalão é assinalado quando a taxa de variação de frequência medida é superior ao limiar definido no parâmetro do escalão correspondente (**StxVarFop**). Cada escalão de proteção pode ser configurado, em opção, para operar variações positivas ou negativas da frequência do sistema de energia. Isto é definido no parâmetro **StxSignVarFop**.

O limiar de arranque é diretamente configurado em Hz/s. Um intervalo de configurações alargado está disponível, até uma taxa máxima de 10 Hz/s. Uma histerese incorporada entre os níveis de arranque e de rearme garante a estabilidade adequada das saídas da função. O diferencial de rearme é independente do limiar de operação e inferior a 0,1 Hz/s.

Além da monitorização da taxa de variação, cada escalão pode ser ainda supervisionado através de um limiar de mínimo ou máximo de frequência. O limiar de frequência de supervisão é definido em valores por unidade, em relação ao valor de frequência nominal (50 Hz ou 60 Hz).

$$f_{op}[Hz] = f_{op}[p.u.] \cdot f_r \quad (5.48)$$

Quando o escalão é configurado para operar para taxas de frequência negativas, o limiar de supervisão deve ser inferior ao valor da taxa de frequência nominal (inferior a 1 p.u.). Neste caso, o arranque só será assinalado se ambas as condições de operação (limiar de taxa de variação da frequência e limiar de supervisão da frequência) forem satisfeitas. Pelo contrário, para escalões de taxa de variação de frequência positiva, o limiar de supervisão deve ser superior ao valor de frequência

nominal (superior a 1 p.u.). Se o limiar de supervisão for igual à frequência nominal (1 p.u.), o escalão estará pronto a operar através do critério de taxa de variação, desde que a frequência se desvie do valor nominal.

A fim de alcançar uma maior segurança na operação da função, a média da taxa de variação da frequência pode ser calculada a partir do número de ciclos da rede definidos pelo utilizador (parâmetro **StxAverageCyc**). Decisões de função erradas durante perturbações transitórias, como oscilações de potência, podem, por conseguinte, ser evitadas através da monitorização da tendência de variação da frequência, em vez do seu valor instantâneo. Um intervalo de tempo de observação mínima de 10 ciclos é sempre garantido.

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 operacional for definido para zero, o disparo será instantâneo, imediatamente após a sinalização do arranque. Em qualquer caso, o tempo de disparo só começa a correr após o tempo de avaliação usado para calcular a média da taxa de variação ter decorrido. Quando a característica de tempo definido é selecionada, o escalão é rearmado instantaneamente se deixar de se verificar qualquer uma das condições de operação configuradas.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada de bloqueio individual para cada escalão de proteção (**St1Block** a **St5Block**) e uma entrada de bloqueio geral da função (**Block**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador.

Independentemente das condições de bloqueio definidas pelo utilizador, a função possui um bloqueio de mínimo de tensão integrado. É utilizado para prevenir um funcionamento incorreto da função devido a sinais de tensão degradados e instáveis (por exemplo, quando essa secção da rede é desligada 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 apenas eficaz, e a sua indicação de saída correspondente é assinalada, quando a amplitude de todas as entradas de tensão disponíveis está abaixo do limiar de tensão de bloqueio. No caso de algum escalão já ter sido arrancado aquando da queda de tensão, este será imediatamente rearmado.

A condição de bloqueio é assinalada na saída do escalão correspondente (**StxBlocked**). A condição de bloqueio de mínimo de tensão é também assinalada na saída do escalão correspondente (**St1UminBlocked** a **St5UminBlocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não há qualquer canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ Um canal de tensão residual é associado à entrada **U**.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.16.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.55 e na Tabela 5.56, respetivamente.

Tabela 5.55. Entradas da função de Taxa de Variação de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CH	-	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 5.56. Saídas da função de Taxa de Variação de Frequência.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Description	Description	TEXT	-	Descrição da função
SWRevision	Revisão de SW	TEXT	-	Revisão de software da função
Version	Version	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
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 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	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
St5Trip	Esc5 Disparo	DIG	-	Disparo geral escalão 5

5.16.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.57.

Tabela 5.57. 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	POSITIVO / NEGATIVO	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 Ciclos Média	[10..50] ciclos	10	Ciclos de observação do escalão 1
St2Operation	Esc2 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 2
St2SignVarFop	Esc2 Sinal Var Fop	POSITIVO / NEGATIVO	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	Top Esc2	[0..120000] ms	200	Tempo de operação do escalão 2
St2Umin	Esc2 Bloq 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 Ciclos Média	[10..50] ciclos	10	Ciclos de observação do escalão 2
St3Operation	Esc3 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 3
St3SignVarFop	Esc3 Sinal Var Fop	POSITIVO / NEGATIVO	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 Ciclos Média	[10..50] ciclos	10	Ciclos de observação do escalão 3
St4Operation	Esc4 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 4
St4SignVarFop	Esc4 Sinal Var Fop	POSITIVO / NEGATIVO	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 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 Ciclos Média	[10..50] ciclos	10	Ciclos de observação do escalão 4
St5Operation	Esc5 Operação	OFF / ON	OFF	Operação do escalão 5
St5SignVarFop	Esc5 Sinal Var Fop	POSITIVE / NEGATIVE	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

5.17 LÓGICA DE DISPARO TRIFÁSICA

5.17.1 INTRODUÇÃO

A função de Lógica de Disparo Trifásica agrega as informações de arranque e de disparo de todas as funções de proteção na TPU T450 juntamente com as entradas de condicionamento do disparo adicionais, provenientes de outras funções, tal como a função de Proteção contra Fecho sobre Defeito, ou de condições de bloqueio específicas. É responsável pela emissão de um sinal de disparo de proteção comum, a ser transmitido para um determinado disjuntor, em caso de defeito. Só são suportados disjuntores com disparo trifásico (o disparo monofásico não é permitido).

5.17.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Lógica de Disparo Trifásico permite combinar nas suas entradas **FuncPickup** e **FuncTrip** as indicações de arranque e disparo individuais das diversas funções de proteção, respetivamente. Estas entradas são a base para a lógica de disparo geral implementada, que é executada com a maior prioridade entre as outras funções internas. O seu esquema lógico é representado esquematicamente na Figura 5.18.

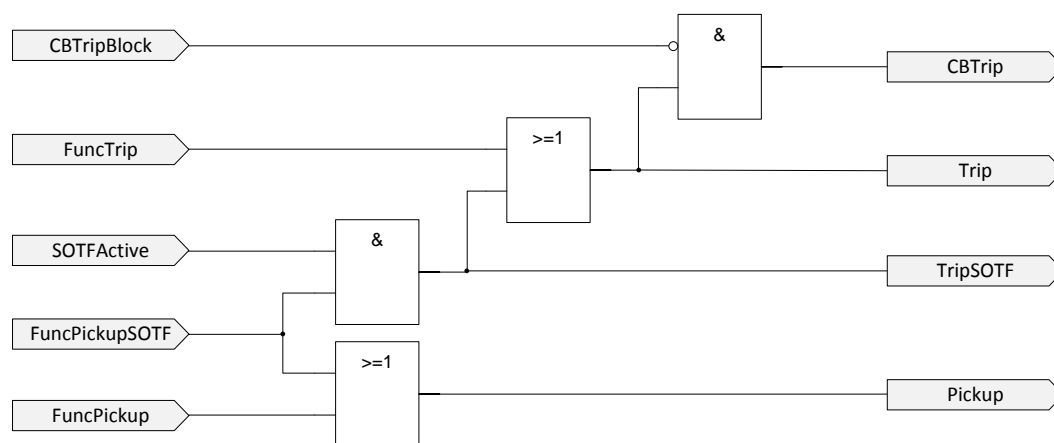


Figura 5.18. Esquema de Lógica de Disparo Trifásico.

O disparo do disjuntor (saída da função **CBTrip**) é emitido sempre que qualquer uma das entradas ligadas à entrada **FuncTrip** esteja ativa.

Também pode ser emitido de acordo com uma função de Proteção contra Fecho sobre Defeito externa (consultar a secção 5.9 - Fecho Sobre Defeito). Para esse efeito, o sinal de arranque de um ou mais escalões de proteção selecionados pelo utilizador pode ser opcionalmente associado à entrada **FuncPickupSOTF**. No caso de um defeito ser detetado pelos escalões selecionados, o disparo do disjuntor será instantaneamente emitido após o arranque se a indicação de lógica de fecho sobre defeito externa, ligada à entrada **SOTFActive** da função, estiver ativa. Se o disparo do disjuntor for gerado devido à lógica de fecho sobre defeito, será assinalada uma indicação adicional (saída **TripSOTF** da função), para efeitos de registo de eventos.

A saída **CBTrip** pode ser encaminhada para uma saída analógica: isso deve ser efetuado ligando-a à entrada correspondente da função do disjuntor (consultar a secção 5.24 - Supervisão de Disjuntor). Em alternativa, a indicação de disparo pode ser emitida através de um canal de comunicação para outro IED que controla diretamente o disjuntor. As informações de disparo não são discriminadas por fase e só são possíveis disparos tripolares.

A função fornece uma entrada de bloqueio (**CBTripBlock**) para bloquear o disparo do disjuntor. Pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é sinalizada na saída correspondente (**CBTripBlocked**).

Estão também disponíveis indicações de arranque geral (saída **Pickup**) e de disparo (saída **Trip**): a saída **Pickup** combina os sinais de arranque de todas as funções de proteção, incluindo os sinais selecionados para disparo instantâneo com condições

de fecho sobre defeito; a indicação **Trip** é o OR lógico de todos os sinais de disparo da função de proteção e do disparo devido à lógica de fecho sobre defeito.

O número acumulado de disparos está disponível como informação adicional na entidade **TripCounter**. Pode ser reiniciado a qualquer momento pelo utilizador.

Condição da Função

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Pelo menos uma das entradas **FuncPickupSOTF** e **SOTFActive** está ligada, mas não ambas: neste caso, o disparo devido ao fecho sobre defeito não é ativado.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.17.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.58 e na Tabela 5.59, respetivamente.

Tabela 5.58. Entradas da função da Lógica de Disparo Trifásico.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
CBTripBlock	Bloqueio Disp Disj	DIG	2	Bloqueio do disparo do disjuntor
FuncTrip	Disparo Funções	DIG	100	Disparo das funções de proteção
FuncPickup	Arranque Funções	DIG	100	Arranque de proteção
FuncPickupSOTF	Arranque Func SOTF	DIG	20	Arranque da proteção para disparo de fecho sobre defeito
SOTFActive	SOTF Ativo	DIG	4	Fecho sobre defeito ativo

Tabela 5.59. Saídas da função da Lógica de Disparo Trifásico.

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
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	-	Indicação de arranque geral
Trip	Disparo	DIG	-	Indicação de disparo geral
TripSOTF	Disparo SOTF	DIG	-	Disparo devido a fecho sobre defeito
TripCounter	Contador Disparos	INT CTRL	Sim	Contador de disparos efetuados

5.17.4 PARAMETRIZAÇÃO

Esta função não tem nenhum parâmetro associado.

5.18 SUPERVISÃO DO CIRCUITO DE DISPARO

5.18.1 INTRODUÇÃO

O circuito que liga a saída do relé de proteção ao disjuntor correspondente é um dos elementos-chave do sistema de proteção. A função de Supervisão do Circuito de Disparo é responsável pela monitorização do estado do circuito de disparo de um disjuntor específico, permitindo a identificação de descontinuidades no circuito que possam comprometer a operação de funções de proteção. Desta forma, a função de Supervisão do Circuito de Disparo pode ser utilizada para emitir um alarme que, quando conhecido com antecedência, pode ser utilizado para prevenir uma falha grave.

Nalguns casos, por razões de segurança, há dois circuitos de disparo independentes para o mesmo disjuntor, o que aumenta a segurança do sistema de proteção geral. O circuito de reserva deve ser supervisionado de maneira semelhante ao principal.

5.18.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Supervisão do Circuito de Disparo pode ser ativada independentemente através da alteração do parâmetro (parâmetro **Operation**).

A supervisão da continuidade do circuito é realizada através da monitorização do estado de uma entrada digital, configurada para essa finalidade. Esta entrada deve ser associada à entrada **MonitorTripCircuit** da função. Se esta entrada for corretamente ligada, irá indicar o estado do circuito de disparo: enquanto houver uma continuidade do circuito, a entrada digital irá manter-se ativa. Quando o relé de proteção opera, a entrada digital será desligada temporariamente.

No entanto, se a entrada digital se mantiver desligada durante um período de tempo superior ao tempo parametrizado, o qual pode ser configurado no parâmetro **AlarmDelay**, a falha do circuito de disparo é assinalada na saída **TripCircuitFail** da função. Um intervalo de tempo adicional entre arranques consecutivos da função pode ser definido no parâmetro **ResetTime**. Após o arranque da função, esta não avaliará novamente as condições de arranque até o temporizador chegar ao fim.

Opcionalmente, a função pode recorrer à indicação da posição do estado do disjuntor (disponível na entrada **Position** da função) a fim de supervisionar a integridade do circuito de disparo apenas quando o disjuntor está fechado. Isto poderá ser necessário dependendo da ligação particular disponível para a supervisão do circuito.

São apresentados, em seguida, três esquemas de ligação possíveis.

A primeira opção, apresentada na Figura 5.19, é a mais simples. Com este esquema de ligação, apenas o contacto auxiliar normalmente aberto está disponível, pelo que a supervisão do circuito de disparo só pode ser realizada se o disjuntor estiver fechado (contacto 52a fechado). Para que este esquema funcione corretamente, a função deve ter acesso à posição do disjuntor (entrada **Position**), caso contrário, o alarme de falha do circuito de disparo será emitido sempre que o disjuntor estiver aberto (mesmo que o circuito esteja a funcionar corretamente).

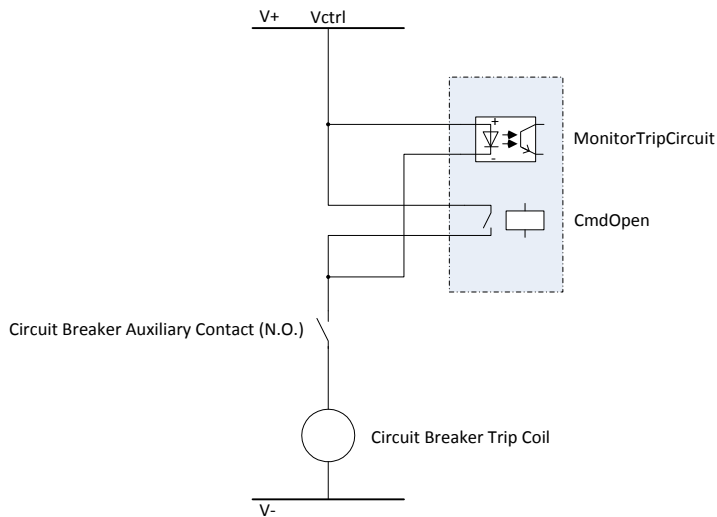


Figura 5.19. Supervisão do circuito de disparo (esquema da 1.ª ligação).

No segundo esquema de ligação possível, ilustrado na Figura 5.20, a supervisão do circuito de disparo pode ser realizada independentemente do estado do disjuntor. No entanto, a bobina de disparo só é supervisionada se o disjuntor estiver fechado (contacto 52a fechado e contacto 52b aberto).

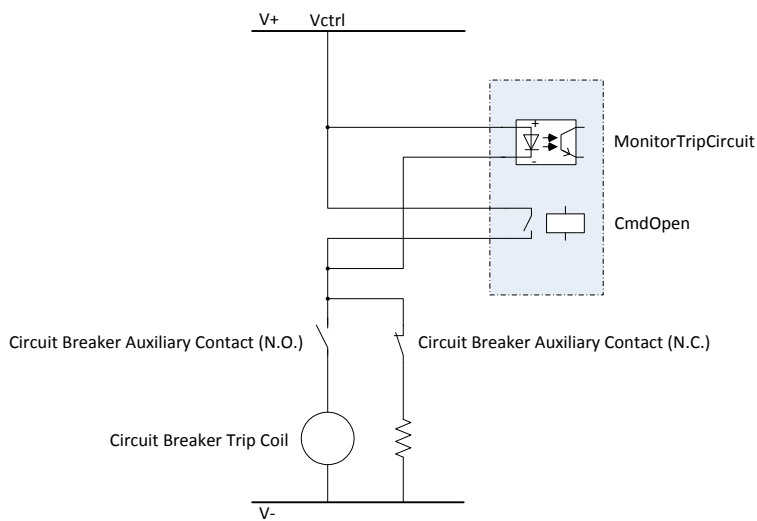


Figura 5.20. Supervisão do circuito de disparo (esquema da 2.ª ligação).

O último esquema (de acordo com a Figura 5.21) permite uma supervisão completa do circuito de disparo, independentemente do estado do disjuntor.

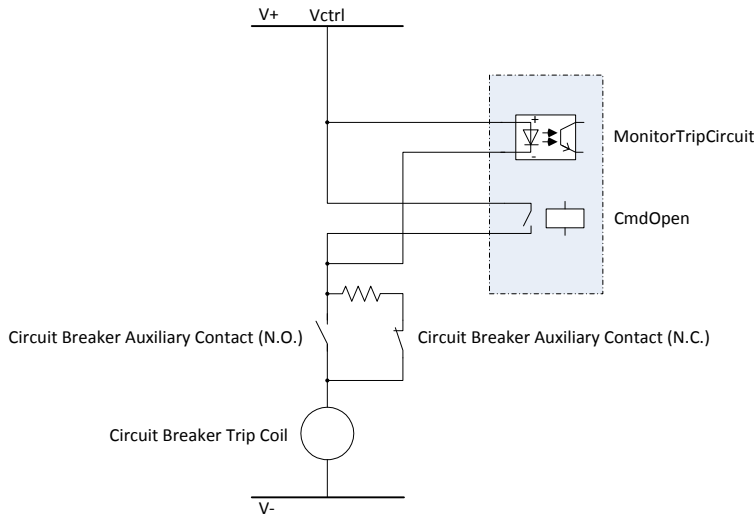


Figura 5.21. Supervisão do circuito de disparo (esquema da 3.ª ligação).

Em opção, o circuito de disparo associado à bobina de reserva do disjuntor também pode ser supervisionado. O método de supervisão é semelhante ao método providenciado para a bobina principal. A entrada **MonitorBackupCircuit** da função pode ser utilizada para esta finalidade, juntamente com as informações opcionais referentes ao estado do disjuntor. A indicação de falha correspondente é assinalada na saída **BackupCircuitFail** da função.

Condições de Bloqueio

A função fornece 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 assinalada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ As entradas **MonitorTripCircuit** e **MonitorBackupCircuit** estão ambas desligadas.
- ◆ O parâmetro **BackupCircuitOper** está **ON** e a entrada **MonitorBackupCircuit** está desligada.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.18.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes da interface da função são listadas na Tabela 5.60 e na Tabela 5.61, respetivamente.

Tabela 5.60. Entradas de função de Supervisão de Circuito de Disparo.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral 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 5.61. Saídas de função de Supervisão de Circuito de Disparo.

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 de Operação	INT	-	Modo de operação da função
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Blocked	Bloqueado	DIG	-	Função bloqueada
TripCircuitFail	Falha Circ Disparo	DIG	-	Alarme de falha no circuito de disparo
BackupCircuitFail	Falha Circ Reserva	DIG	-	Alarme de falha no circuito de disparo de reserva

5.18.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.62.

Tabela 5.62. Parâmetros da função de Supervisão de 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	Tempo de Rearme	[500..60000] ms	1000	Tempo de 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

5.19 FALHA DE DISJUNTOR

5.19.1 INTRODUÇÃO

A fiabilidade da proteção do sistema de energia depende do correto funcionamento dos disjuntores, que, à semelhança de outros componentes do sistema de energia, estão sujeitos a falhas durante a sua vida útil. Devem tomar-se medidas especiais no caso de um disjuntor não conseguir executar um comando de disparo de proteção, a fim de eliminar o defeito. A proteção de reserva já assegura essa tarefa, mas fornece, normalmente, uma resposta lenta uma vez que é coordenada, em termos de tempo, com outros relés de proteção.

Pode alcançar-se uma proteção de reserva mais rápida através da função de Proteção contra Falha do Disjuntor, a qual opera localmente na subestação, emitindo uma ordem de disparo para todos os outros disjuntores ligados ao mesmo barramento.

Como característica adicional, por exemplo, quando o disjuntor é fornecido com uma bobina de reserva separada, a função de Proteção contra Falha do Disjuntor pode ser configurada para disparar novamente o mesmo disjuntor antes de emitir uma ordem externa e desligar todo o barramento. Se for bem-sucedida, esta ação impede que todas as outras linhas ou transformadores sejam desligados, reduzindo consideravelmente as consequências da falha na estabilidade do sistema de energia.

O disparo da função de Proteção contra Falha do Disjuntor é sempre trifásico, sendo que só são suportados disjuntores com disparo trifásico (não é permitido nenhum disparo monofásico).

5.19.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Há dois escalões de tempo definido independentes associados à função de Proteção contra Falha do Disjuntor: o primeiro procura disparar novamente o 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 de acordo com o parâmetro **St1TripEnable**. O segundo escalão é sempre ativado se a função estiver ativada (parâmetro **Operation**).

A função de Proteção contra Falha do Disjuntor verifica independentemente se o disjuntor foi disparado com base na monitorização das suas correntes, na monitorização da sua posição ou numa combinação de ambos os critérios. A função não depende do rearme de qualquer função de proteção.

Operação de Escalão Único

Se o parâmetro **St1TripEnable** estiver configurado para **OFF**, o escalão 1 é desativado e apenas o segundo escalão da função de Proteção contra Falha do Disjuntor é ativado. Este modo de operação deve ser utilizado quando não há nenhuma bobina de disparo local de reserva disponível ou quando apenas se pretende um disparo externo no caso de o disjuntor falhar.

O escalão de Proteção contra Falha do Disjuntor arranca imediatamente após a emissão de um disparo de proteção. A saída **CBTrip** da Lógica de Disparo Trifásico, que combina todos os sinais de disparo da função de proteção independentes, deve ser associada à entrada **FuncTrip**. Em alternativa, pode ser utilizado o sinal de disparo proveniente de funções de proteção ou escalões selecionados. O arranque da função de Proteção contra Falha do Disjuntor é indicado na saída **Pickup** respetiva.

Um temporizador, correspondente ao parâmetro **St2TPTripDelay**, começa a cronometrar o tempo após o arranque da função. Se o disjuntor é aberto enquanto o temporizador está a funcionar, o escalão é instantaneamente rearmado, conforme esperado. Por outro lado, se a função não detetar a abertura do disjuntor, o disparo externo (saída **St2Trip** da função) é iniciado após decorrido o tempo de operação do escalão 2. A Figura 5.22 ilustra a operação de um único escalão; o disjuntor é representado através do seu contacto auxiliar, normalmente fechado.

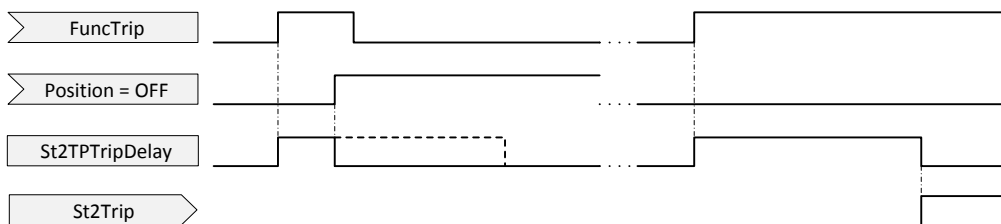


Figura 5.22. Operação do disjuntor de circuito de escalão único.

Operação de Dois Escalões

Se o parâmetro **St1TripEnable** for configurado para **THREE-POLE**, ambos os escalões da função serão ativados. Neste caso, são permitidas tanto operações de novo disparo como operações de disparo externo. Ambos os escalões da função de Proteção contra Falha do Disjuntor arrancam após a emissão do disparo de proteção, da mesma maneira que para a operação de um único escalão.

Dois temporizadores independentes, correspondentes aos parâmetros **St1TPTripDelay** para o escalão de novo disparo e **St2TPTripDelay** para o escalão de disparo externo, começam a cronometrar após o arranque. O parâmetro **St1TPTripDelay** deve ser inferior ao parâmetro **St2TPTripDelay** a fim de assegurar um modo de operação correto.

Se o disjuntor é aberto durante o funcionamento do temporizador **St1TPTripDelay**, conforme esperado, ambos os escalões são instantaneamente rearmados. Por outro lado, se a função não detetar a abertura do disjuntor, o novo disparo (saída **St1Trip** da função) é emitido após decorrido o tempo de operação do escalão 1. Se o novo disparo foi bem-sucedido e o disjuntor for aberto, o temporizador do escalão 2 é imediatamente cancelado. No entanto, se não for o caso, e se o tempo de operação do escalão 2 tiver decorrido antes da abertura do disjuntor, é então iniciada a ordem de disparo externo (saída **St2Trip** da função). A Figura 5.23 ilustra a operação de dois escalões; o disjuntor é representado pelo seu contacto auxiliar, normalmente fechado.

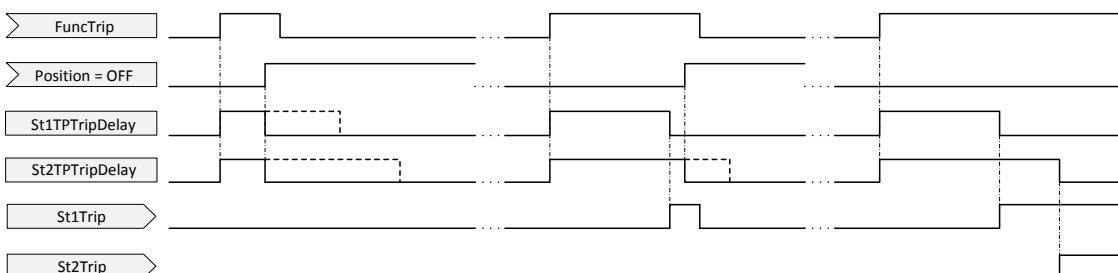


Figura 5.23. Operação do disjuntor de dois escalões.

Monitorização do Fluxo de Corrente

A função de Proteção contra Falha do Disjuntor deve utilizar preferencialmente o método baseado na monitorização do fluxo de corrente para detetar quando o disjuntor foi aberto. Na maioria das vezes, este método garante um tempo de rearme mais rápido da função; também garante uma decisão de disparo sobre defeito mais segura.

Este critério é automaticamente ativado se um canal analógico de corrente trifásica estiver ligado à entrada **I** da função. A função de proteção é executada em modo de esquema completo, o que significa que há elementos de proteção separados para uma monitorização contínua de cada corrente de entrada.

A função de Proteção contra Falha do Disjuntor só arranca em consequência de um disparo de proteção se a amplitude da corrente de pelo menos uma fase for superior ao limiar definido no parâmetro **IopStart**. O limiar de arranque é configurado em valores por unidade, relativamente à corrente primária nominal do TI.

$$I_{op,start} [A] = I_{op,start} [p.u.] \cdot I_r \tag{5.49}$$

O limiar de operação tem uma gama de configurações alargada que permite escolher o nível de sensibilidade mais adequado para a deteção de defeitos. Isto adiciona uma verificação de plausibilidade ao disparo da função de proteção, garantindo uma decisão segura da função de Proteção contra Falha do Disjuntor.

Para uma segurança adicional da decisão de disparo da função de Proteção contra Falha do Disjuntor, o arranque de escalões e funções de proteção pode ser monitorizados na entrada **FuncPickup**. Neste caso, os escalões de Proteção contra Falha do Disjuntor só serão iniciados se a entrada de arranque de proteção estiver ativa no momento do disparo da proteção. Esta característica pode ser utilizada, por exemplo, em conjunto com elementos de proteção de Sequência Inversa ou Residual, para uma verificação suplementar 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 da fase é inferior ao limiar de rearme predefinido (parâmetro **lop**). O algoritmo implementado garante uma deteção muito rápida de interrupção de corrente, pelo que se consegue um tempo de rearme muito curto.

Monitorização da Posição do Disjuntor

Como alternativa ao método anterior, a função pode monitorizar a posição do disjuntor para detetar a sua abertura. Este método deve ser utilizado se o disparo da função de proteção que está a ser supervisionado não depender do fluxo de corrente, como, por exemplo, no caso de um relé de Buchholz.

Este critério é automaticamente ativado se o estado do disjuntor estiver associado à entrada **Position** da função. Os contatos auxiliares que indicam o estado do disjuntor são supervisionados pela função. A função de Proteção contra Falha do Disjuntor só arranca se o disjuntor estiver fechado antes do disparo da proteção. A abertura do disjuntor é detetada e a função é imediatamente rearmada quando a entrada **Position** atinge a posição final, o que indica que o disjuntor está aberto.

Para uma segurança adicional da decisão de disparo da função de Proteção contra Falha do Disjuntor, o arranque de escalões e funções de proteção também pode ser monitorizado através da ligação dos sinais pretendidos para a entrada **FuncPickup**. Se este for o caso, os escalões da Proteção contra Falha do Disjuntor só serão iniciados se a entrada de arranque da proteção estiver ativa no momento do disparo da proteção.

Ambos os métodos (monitorização do fluxo de corrente e monitorização da posição) podem ser executados simultaneamente, se ambas as entradas **I** e **Position** estiverem ligadas. É dada prioridade ao método de monitorização do fluxo de corrente, se se verificarem as condições de arranque respetivas. A função utiliza o método de monitorização da posição do disjuntor como alternativa ao critério anterior apenas se a amplitude da corrente não exceder o limiar de início em qualquer uma das fases.

Disjuntor com Defeito

É provável que não se verifique um disparo do disjuntor se houver uma descontinuidade no circuito de disparo. Se esta condição de defeito já tiver sido detetada antes do arranque da função de proteção, o disparo de falha do disjuntor poderá ser imediatamente emitido após o disparo da proteção.

O disparo do disjuntor é instantâneo se for indicado uma falha do disjuntor pela entrada **CBFaulty**. Esta informação pode ser o resultado de uma função de supervisão dedicada (consultar a secção 5.18 - Supervisão do Circuito de Disparo). Se não houver nenhuma entidade associada à entrada **CBFaulty**, esta funcionalidade não será ativada.

Se o disparo de falha do disjuntor for gerado devido à entrada **CBFaulty**, é assinalada uma indicação adicional (saída **TripCBFaulty** da função), para efeitos de registo de eventos.

Condições de Bloqueio

A função fornece uma entrada do bloqueio (**Block**) para bloquear ambos os escalões. Pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. A condição de bloqueio é assinalada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

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

- ◆ A entrada **FuncTrip** estiver desligada.
- ◆ A entrada **Position** estiver desligada e se não houver nenhum canal analógico trifásico associado à entrada **I**.

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ O novo disparo local está activo (**St1TripEnable** = **THREE-POLE**) e se o parâmetro **St1TPTripDelay** for superior ou igual ao parâmetro **St2TPTripDelay**: neste caso, o novo disparo local não será permitido.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.19.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondente à interface da função são listadas na Tabela 5.63 e na Tabela 5.64, respetivamente.

Tabela 5.63. Entradas da função de Proteção contra Falha do Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Correntes operacionais
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
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 5.64. Saídas da Função de Proteção contra Falha 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
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 geral
St1Trip	Disparo Esc1	DIG	-	Repetição de disparo
St2Trip	Disparo Esc2	DIG	-	Disparo externo
TripCBFaulty	Disparo Disj Def	DIG	-	Disparo devido a circuito de disjuntor defeituoso

5.19.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.65.

Tabela 5.65. Parâmetros da função de Proteção contra Falha do 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

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
lopStart	lop Arranque	$[0,05..20,0] \times I_r$	1,0	Limiar de detetor de corrente de arranque
lop	lop	$[0,05..1,5] \times I_r$	0,1	Limiar de detetor de corrente de rearme

5.20 BLOQUEIO DE FECHO DO DISJUNTOR

5.20.1 INTRODUÇÃO

Existem várias condições de operação para as quais o fecho do disjuntor não deve ser permitido, devendo, portanto, ser bloqueado.

Alguns equipamentos elétricos, como transformadores de potência ou cabos subterrâneos, não devem ser novamente ligados após uma falha interna, por tal falha ser causada por um defeito de isolamento, devendo o equipamento ser reparado antes de ser colocado novamente em funcionamento. Nestes casos, é normalmente necessário um bloqueio permanente do fecho. Só deve ser cancelado manualmente após a confirmação de que o defeito foi eliminado.

Noutras circunstâncias, porém, o bloqueio do fecho do disjuntor pode durar apenas durante o intervalo de tempo em que se verifica a condição de defeito, podendo ser automaticamente removido depois disso. É o caso, por exemplo, de condições de operação com sobrecarga excessiva: após desligar o equipamento, pode ser novamente ligado assim que a temperatura desce abaixo de um determinado nível de rearme.

Finalmente, pode ser fundamental bloquear a operação de fecho do disjuntor para um intervalo de tempo específico após o qual é aberto. Isto é típico para bancos de condensadores, que devem ser desligadas do sistema de energia durante um determinado período de tempo a fim de garantir a sua completa descarga antes de serem novamente ligadas.

A utilização de interruptores e botões de pressão, no cubículo do aparelho de corte, para efeitos de controlo adicional, com vista à implementação de uma lógica de bloqueio de fecho do disjuntor, pode ser evitada através da integração plena de uma função de Bloqueio de Fecho do Disjuntor na TPU T450.

5.20.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

São suportados três mecanismos distintos para bloquear automaticamente as operações de fecho do disjuntor: bloqueio persistente; bloqueio não persistente; e bloqueio temporizado. Cada um deles pode ser associado a diferentes condições internas ou externas. Os três mecanismos podem ser utilizados em conjunto. A indicação de bloqueio resultante (saída **Locked** da função) é o OR lógico das três condições de bloqueio distintas.



A saída **Locked** deve ser associada à entrada **BlockClose** das funções que gerem os disjuntores respetivos (consultar as secções 5.23 - Controlo de Disjuntor e 5.24 - Supervisão de Disjuntor), de maneira a que qualquer comando de fecho possa ser imediatamente rejeitado e que a causa da rejeição seja reportada em conformidade.

Para segurança adicional, a negação lógica da saída **Locked** da função deve estar associada a uma saída digital normalmente fechada. Além de permitir um bloqueio mecânico da operação do disjuntor, isto assegura que o bloqueio está ativo mesmo quando a TPU T450 está desligada.

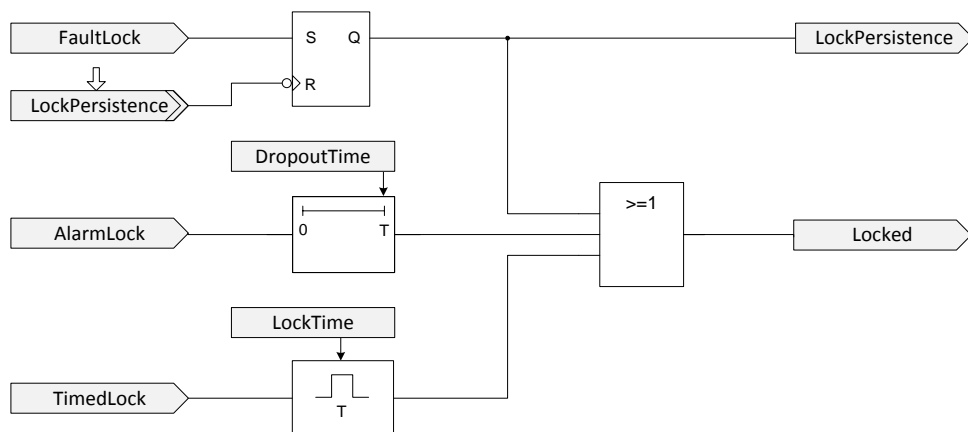


Figura 5.24. Esquema lógico de bloqueio de fecho do disjuntor.

Bloqueio Persistente

O bloqueio persistente consiste num bloqueio contínuo das operações de fecho do disjuntor, uma vez disparadas, o qual só pode ser cancelado através de um comando do utilizador. É normalmente associado a uma condição de defeito permanente que requer a intervenção do utilizador.

As condições de ativação correspondentes devem estar associadas à entrada **FaultLock** da função. Quando este bloqueio está ativo, isso também é indicado no estado da saída **LockPersistence** da função. A informação é mantida numa memória não volátil, o que impede a sua perda em caso de reinicialização do dispositivo.

A condição de bloqueio só pode ser reiniciada manualmente pelo utilizador, controlando a entidade **LockPersistence**. A ordem de controlo só será aceite se a condição de defeito não estiver mais ativa.

Bloqueio não Persistente

Ao contrário do mecanismo anterior, o bloqueio não persistente é um bloqueio transitório das operações de fecho do disjuntor, o qual permanece ativo somente enquanto a condição de defeito disparada persiste. As condições de ativação correspondentes devem estar associadas à entrada **AlarmLock** da função. Um tempo de expansão adicional pode ser ajustado pelo utilizador no parâmetro **DropoutTime**, retardando o rearme da condição de bloqueio após o defeito ser eliminado. Este tempo de rearme pode ser configurado para zero em opção, sendo que, neste caso, o rearme será instantâneo.

Bloqueio Temporizado

Esta opção fornece um bloqueio de fecho que, uma vez disparado, permanece ativo durante um intervalo de tempo predefinido, independentemente da condição que o originou. Esta duração do impulso pode ser configurada pelo utilizador (parâmetro **LockTime** da função). As condições de ativação correspondentes devem estar associadas à entrada **TimedLock** da função.

Condição da Função

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

- ◆ As entradas **FaultLock**, **AlarmLock** e **TimedLock** estão todas desligadas.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.20.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.66 e na Tabela 5.67, respetivamente.

Tabela 5.66. Entradas de função de Bloqueio de Fecho.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
FaultLock	Nível Defeito	DIG	32	Bloqueio persistente
AlarmLock	Nível Alarme	DIG	32	Bloqueio transitório
TimedLock	Bloqueio Temporizado	DIG	32	Bloqueio temporizado

Tabela 5.67. Saídas da função de bloqueio.

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
Health	Condição	INT	-	Condição da função

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Locked	Bloqueado	DIG	-	Indicação de bloqueio
LockPersistence	Bloq Persistente	DIG CTRL	Sim	Indicação de bloqueio persistente

5.20.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.68.

Tabela 5.68. Configurações da 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

5.21 SUPERVISÃO DE TT

5.21.1 INTRODUÇÃO

Os transformadores de tensão estão sujeitos a falhas internas como qualquer outro componente nos sistemas de energia elétrica. Devem ser desligados se isso acontece, pelo que são normalmente protegidos por algum dispositivo, um disjuntor miniatura (MCB) ou um conjunto de três fusíveis, um por fase.

A falha interna e subsequente abertura do dispositivo de proteção correspondente provoca uma súbita perda 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 um disparo incorreto de várias funções de proteção, nomeadamente Proteção de Distância e Proteção contra Mínimo de Tensão, ou das funções que detetam alguma assimetria no sistema de energia, tal como Máximo de Tensão Residual ou de Sequência Inversa.

A função de Supervisão de TT é responsável pela monitorização dos sinais de tensão e pela verificação da sua plausibilidade, a fim de identificar possíveis falhas e bloquear instantaneamente o disparo de elementos de proteção selecionados. Dependendo do tipo de dispositivo de proteção aplicado aos transformadores de tensão, poderão ser necessários diferentes métodos para garantir a deteção de todos os possíveis defeitos.

5.21.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Supervisão de TT executa dois algoritmos distintos em paralelo: um detetor de falhas do TT a alta velocidade, utilizado para bloquear as funções de proteção; e uma função de monitorização adicional e independente, cujo principal objetivo consiste em verificar as medidas de tensão e ligações. A função pode ser ativada através da alteração da configuração (parâmetro **Operation**).

A função de supervisão de TT de alta velocidade é executada com elevada prioridade, pelo que é capaz de bloquear os escalões de proteção de disparo de alta velocidade. Estão disponíveis métodos distintos para a deteção, quase instantânea, de falhas nos circuitos de medição de tensão. São todos executados em paralelo pela TPU T450. A saída **VTFail** da função é assinalada sempre que qualquer um dos critérios deteta uma falha do TT. Se não houver sinais de corrente trifásica associados à entrada I, os únicos critérios avaliados para a supervisão de TT de alta velocidade é a supervisão do estado do disparo do disjuntor miniatura.

Supervisão do Estado de Disparo do Disjuntor Miniatura

O estado do disjuntor miniatura (MCB) associado aos transformadores de tensão deve ser supervisionado pela função de Supervisão de TT, se possível. Para este efeito, o contacto auxiliar correspondente ao estado de abertura do MCB deve ser associado à entrada **MCBOpen** da função. Se for detetada a abertura do MCB, a função assinala imediatamente uma falha do TT.

Todas as falhas do TT são cobertas por este método; no entanto, não é aplicável se o TT for protegido por fusíveis. Deve também ter-se em conta o atraso associado ao contacto auxiliar.



A fim de bloquear as funções de proteção contra disparos de alta velocidade, a entrada digital associada ao estado do MCB deve ter configurado um tempo de confirmação das alterações de estado muito reduzido.

Deteção de Falha Assimétrica do TT

As falhas assimétricas estão intimamente relacionadas com a perda de potencial em apenas uma ou duas fases, quando os transformadores de medição são protegidos com fusíveis. Estas falhas conduzem a uma assimetria no sistema de tensão trifásica, que, porém, não corresponde a uma assimetria equivalente no sistema de corrente trifásica, pois não estão associadas a uma falha do sistema de energia, mas apenas a uma falha nos transformadores de medição da tensão.

Este método monitoriza continuamente tanto os componentes de sequência inversa como os componentes de sequência homopolar, obtidos a partir dos três sinais de tensão e dos três sinais de corrente, associados em dois canais analógicos ligados às entradas **U** e **I** da função, respetivamente.

Uma falha será assinalada se, pelo menos, duas das seguintes condições for preenchida (a primeira só pode ser avaliada se três sinais de tensão fase-neutro estiverem associados à entrada **U**):

- ♦ a amplitude da tensão de sequência homopolar é superior ao limiar definido no parâmetro **UresOp** e, ao mesmo tempo, a amplitude da corrente de sequência homopolar é inferior ao nível **IresOp** correspondente;
- ♦ a amplitude da tensão de sequência inversa é superior ao limiar definido no parâmetro **U2Op** e, ao mesmo tempo, a amplitude da corrente de sequência inversa é inferior ao nível **I2Op** correspondente.

Os limiares de arranque são definidos em valores por unidade, em relação à tensão (ou corrente) primária nominal do TT (ou TI).

$$U_{op}[kV] = U_{op}[p.u.] \cdot U_r / \sqrt{3} \quad (5.50)$$

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.51)$$

A fim de avaliar a ausência de assimetria nas correntes de fase, este método só pode ser aplicado se a amplitude de, pelo menos, a corrente de uma fase ser superior ao limiar mínimo definido no parâmetro **Imin**.

Após a sinalização da falha no TT, e enquanto o temporizador definido no parâmetro **LatchTime** estiver a funcionar, a condição de bloqueio pode ser automaticamente rearmada se uma assimetria nos sinais de corrente for detetada entretanto (de acordo com os níveis **IresOp** e **I2Op**). Após o temporizador chegar ao fim, a condição de bloqueio é fixada e só pode ser reiniciada quando já não se verificar nenhuma assimetria nos três sinais de tensão.

Deteção de Falha Simétrica do TT

Em caso de falhas simétricas do transformador de tensão, quando todas as três tensões fase-neutro sofrem simultaneamente uma quebra, o que é a regra geral se o TT estiver protegido por um MCB, o critério anterior deixa de ser aplicável. Em alternativa, a função de Supervisão de TT fornece um método adicional especialmente adaptado para falhas simétricas.

No caso de um defeito trifásico franco, os três sinais de tensão fase-neutro serão muito baixos. No entanto, prevê-se que a corrente de curto-circuito seja muito elevada nas três fases e, conseqüentemente, é esperada uma enorme variação da amplitude da corrente ao mesmo tempo que as tensões sofrem uma queda. Este facto permite discriminar defeitos trifásicos dos defeitos do transformador de tensão, em que não há variação da grandeza da corrente. A maioria das vezes, este método fornece uma resposta mais rápida do que a supervisão de disparo do MCB, pois depende apenas de sinais analógicos.

Para este efeito, a função de Supervisão de TT verifica continuamente se todas as três amplitudes de tensão fase-neutro estão abaixo do limiar definido no parâmetro **Umin**. Se esta condição for satisfeita e se, simultaneamente, a variação da amplitude da corrente for inferior ao parâmetro **Ivar**, declarar-se-á que o TT é defeituoso e a saída **VTFail** é assinalada. Se, pelo contrário, a variação da corrente for superior a **Ivar** ao mesmo tempo que uma queda de tensão, um defeito do sistema de energia é declarado e a função de Supervisão de TT não opera.



O limiar de variação de corrente (parâmetro **Ivar**) é comparado com: a variação na amplitude da corrente para o último ciclo do 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 de sistemas muito repentinas.

À semelhança do critério anterior, este método só pode ser aplicado se a amplitude de pelo menos uma corrente de fase for superior ao limiar mínimo definido no parâmetro **Imin**.

Monitorização das Medições de Tensão

Está disponível uma função de monitorização adicional para verificação, de prioridade reduzida, das ligações e das medições da tensão do TT. Pode ser ativada no parâmetro **MeasEvaluation**.

Os três sinais de tensão são continuamente verificados para a deteção de erros de polaridade ou sequência de fase. Se uma polaridade inversa for detetada em qualquer uma das tensões, a saída **PolarityFail** será emitida. Se um erro de sequência for detetado em vez disso, por exemplo, se duas tensões forem trocadas, a saída **SequenceFail** é emitida. Estas indicações são sempre sinalizadas após um tempo limite configurável, definido no parâmetro **EvaluationTime**.

Além disso, uma verificação de perda de tensão é realizada, pelo que um alarme é assinalado se a linha de alimentação elétrica estiver ligada e se não houver medidas de tensão disponíveis. Isto é particularmente relevante se transformadores de tensão estiverem ligados do lado da linha do disjuntor. Se a amplitude da corrente for superior ao parâmetro **Imin** em,

pelo menos, uma das fases; e a amplitude das três tensões fase-neutro for inferior ao parâmetro **Umin**, a saída **VoltAbsence** da função é assinalada após um tempo de confirmação definido no parâmetro **EvaluationTime**.

A monitorização é bloqueada durante uma condição de defeito, ou seja, se houver um arranque de funções de proteção, porque as regras implementadas só são válidas para condições de carga equilibrada. Para este efeito, o arranque de escalões ou funções de proteção independentes deve ser associado à entrada **FuncPickup**.

Condição da Função

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

- ◆ Não há qualquer canal analógico associado à entrada **U**;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **U** não corresponde a um grupo de três sinais de tensão fase-neutro ou, pelo menos, de dois sinais de tensão fase-fase;

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ O canal analógico associado à entrada **I** não corresponde a um grupo de sinais de corrente trifásica. Neste caso, os critérios de deteção de falha simétrica e assimétrica do TT não são avaliados.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.21.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.69 e na Tabela 5.70, respetivamente.

Tabela 5.69. Entradas da função de Supervisão de TT.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Correntes de referência
U	U	ANL CH	-	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 de proteção

Tabela 5.70. Saídas da função de Supervisão de TT.

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
VTFail	Falha TT	DIG	-	Falha do transformador 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

5.21.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.71.

Tabela 5.71. Parâmetros da função de Supervisão de TT.

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 tensão de sequência inversa
I2op	I2op	$[0,05..1,0] \times I_r$	0,2	Limiar de operação da corrente 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

5.22 SUPERVISÃO DE TI

5.22.1 INTRODUÇÃO

Um mau funcionamento dos circuitos de aquisição de sinal de corrente (por exemplo, um transformador de corrente aberto ou em curto-circuito), pode conduzir a um disparo incorreto de várias funções de proteção, nomeadamente funções de Proteção Diferencial e as que detetam alguma assimetria no sistema de energia, como Máximo de Corrente de Terra ou de Sequência Inversa. A função de Supervisão de TI é responsável pela monitorização de sinais de corrente e pela verificação da sua plausibilidade, a fim de identificar possíveis falhas e bloquear instantaneamente o disparo de elementos de proteção selecionados.

Por outro lado, um circuito aberto num dos transformadores de medição de corrente irá provocar tensões extremamente altas no circuito secundário. Tendo isto em consideração, e uma vez que as funções de proteção serão bloqueadas, pode ser preferível desligar o TI do resto do sistema de energia após um determinado tempo, a fim de prevenir mais danos.

5.22.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Supervisão do TI executa dois algoritmos distintos em paralelo: um detetor instantâneo de falhas do transformador de corrente, utilizado para bloquear as funções de proteção; e uma função de monitorização adicional e independente, cujo principal objetivo consiste em verificar as medidas de corrente e ligações. A função pode ser ativada através da alteração da configuração (parâmetro **Operation**).

Deteção de Falha do TI

A função de Supervisão de TI implementa vários critérios, capazes de detetar, quase instantaneamente, falhas nos circuitos de medição de corrente. A função é executada com elevada prioridade, pelo que é capaz de bloquear escalões de proteção de disparo de alta velocidade. A função baseia-se na deteção de assimetrias nas correntes supervisionadas e na diferença entre estas e um sinal de referência.

Para este efeito, a função de Supervisão de TI monitoriza continuamente a corrente residual, que corresponde a três vezes a corrente de sequência homopolar. Pode ser obtida a partir da soma interna dos sinais de corrente trifásica, que estão a ser supervisionados, associada a um canal analógico ligado à entrada da função I.

$$\bar{I}_{res} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (5.52)$$

A corrente residual é então comparada com um sinal de corrente de referência. Uma corrente de neutro independente, ligada à entrada **Iref**, fornece um sinal adequado para comparação com as correntes supervisionadas. Opcionalmente, pode utilizar-se um conjunto independente de sinais de corrente trifásica, associados num canal analógico ligado à entrada **Iref**, sendo que, neste caso, a corrente residual correspondente será utilizada como sinal de referência.

Será assinalada uma falha se a amplitude da corrente residual supervisionada for superior ao limiar definido no parâmetro **IresOp** e se a amplitude da corrente de referência for inferior ao nível **IresRef** correspondente. O rácio entre a corrente residual supervisionada e a corrente de sequência positiva deve também ser superior a 0,8, de acordo com a Figura 5.25, a fim de estabilizar a operação da função relativamente aos erros causados pela saturação do TI em caso de elevadas correntes de defeito.

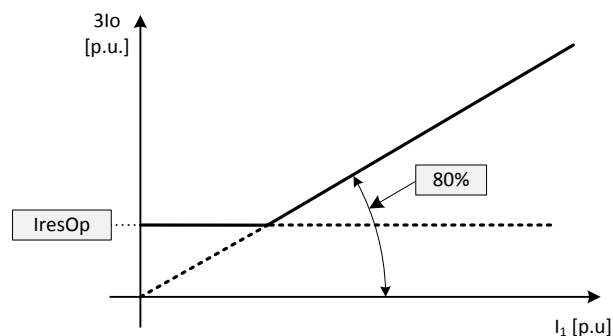


Figura 5.25. Característica operacional de detecção de falha do TI.

O limiar de arranque é configurado em valores por unidade, relativamente à corrente primária nominal do TI.

$$I_{op}[A] = I_{op}[p.u.] \cdot I_r \quad (5.53)$$

Em alternativa, as correntes supervisionadas podem ser verificadas em termos de consistência em relação a um sinal de tensão residual, obtido a partir da soma interna dos sinais de tensão fase-neutro trifásica, ou a partir de um enrolamento do transformador de tensão ligado em triângulo, ligados à entrada **Uref** da função. Neste caso, a falha do TI será assinalada se a amplitude da corrente residual supervisionada atender às condições definidas pela característica na Figura 5.25 e se a amplitude da tensão de referência for inferior ao nível **UresRef** correspondente.

A função de Supervisão de TI executará ambos os métodos (em comparação com a corrente de referência e os sinais de tensão) se ambas as entradas **Iref** e **Uref** forem associadas a algum canal analógico.

Se a falha for identificada através do critério de corrente de referência, a informação **CurrentReffail** será assinalada; por outro lado, se a falha for identificada através de critério de tensão, será assinalada a informação **VoltageReffail**. Em ambos os casos, a saída **CTFail** indicará uma falha do TI e deverá ser utilizada para bloquear escalões de proteção selecionados. Além disso, se a saída **CTFail** se mantiver ativa após esgotado um período de tempo configurável (definido no parâmetro **SupTime**), a saída **CTFailAlarm** da função será também assinalada. Este alarme pode ser utilizado, por exemplo, para provocar um disparo em caso de uma condição de defeito perigoso do TI.

Deteção de Falha do TI para Defeitos Simétricos

Se todas as fases forem perdidas ao mesmo tempo, não serão detetadas assimetrias, impedindo que os critérios anteriores funcionem. Um algoritmo de deteção de falhas simétricas também pode ser ativado no parâmetro **Fail3PhOp** para detetar esta situação. Porém, tal é raro, uma vez que mesmo que todos os cabos acabem por ser cortados, é provável que as assimetrias sejam detetadas temporariamente através do arranque dos critérios de assimetria. O parâmetro **Fail3PhOp** deve estar definido para **OFF**, a menos que seja especificamente requerido.

Para este algoritmo, é necessário que pelo menos uma das referências esteja ligada, e irá utilizar 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 de baixa prioridade para verificação das ligações do TI e das medidas de corrente. Os sinais de corrente trifásica são verificados continuamente para erros de polaridade ou sequência de fases. Se for detetada uma inversão de polaridade em qualquer uma das correntes de fase, será emitida a saída **PolarityFail**. 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 assinaladas após um tempo limite configurável, definido no parâmetro **MonitorTime**.

A monitorização da polaridade e da sequência de fases está ativa sempre que todas as correntes de fase forem superiores a um limiar mínimo definido no parâmetro **Imin**. A monitorização é igualmente bloqueada durante uma condição de defeito, ou seja, se houver um arranque da função de proteção, porque as regras implementadas só são válidas para condições de carga equilibrada. Para este efeito, o arranque de escalões ou funções de proteção independentes deve ser associado à entrada **FuncPickup**.

Condições de Bloqueio

A função fornece 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 assinalada na saída correspondente (**Blocked**).

Condição da Função

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

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado à entrada I;
- ◆ O canal analógico associado à entrada I não corresponder a um grupo neutro ou a um grupo de sinais de corrente trifásica.

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Não há nenhum canal analógico associado às entradas **Iref** e **Uref**: neste caso, a detecção de falha do TI não é ativada;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **Iref** não corresponde a sinais neutros ou a um grupo de sinais de corrente trifásica: neste caso, a detecção de falha do TI não é ativada;
- ◆ O canal analógico associado à entrada **Uref** não corresponde a sinais neutros ou a um grupo de sinais de tensão fase-neutro trifásicos: neste caso, a detecção da falha do TI não é ativada.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.22.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.72 e na Tabela 5.73, respectivamente.

Tabela 5.72. Entradas da função de Supervisão de TI.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Correntes supervisionadas
Iref	Iref	ANL CH	-	Correntes de referência
Uref	Uref	ANL CH	-	Tensões de referência
Block	Bloqueio	DIG	4	Bloqueio geral da função
FuncPickup	Arranque Funções	DIG	64	Arranque de proteção

Tabela 5.73. Saídas da função de Supervisão de TI.

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
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	-	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

5.22.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.74.

Tabela 5.74. Parâmetros da função de Supervisão de TI.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Operation	Operação	OFF / ON	OFF	Operação
LatchedOp	Operação Persist	OFF / ON	OFF	Operação com persistência
Fail3PhOp	Op Falha Tri	OFF / ON	OFF	Operação da falha trifásica
IresOp	IresOp	$[0,05..4,0] \times I_r$	0,1	Limiar de corrente residual para disparo
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
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

5.23 CONTROLO DE DISJUNTOR

5.23.1 INTRODUÇÃO

A função de Controlo de Disjuntor é responsável pela gestão dos comandos de abertura e fecho manuais e automáticos emitidos sobre um disjuntor específico, centralizando todas as informações necessárias para os bloquear ou não. Isto inclui, opcionalmente, interagir com uma função externa de verificação de sincronismo, avaliando o estado de encravamento, e supervisionar diferentes condições de bloqueio, de acordo com o tipo e a origem do comando.

Os sinais de disparo da função de proteção são diretamente geridos por uma função integrada distinta, com elevada prioridade (consultar a secção 5.17 - Lógica de Disparo Trifásica). Para comandos manuais do utilizador, tanto locais como remotos, bem como outros controlos automáticos (incluindo os comandos provenientes das funções programáveis pelo utilizador), deve antes utilizar-se a função de Controlo de Disjuntor.

5.23.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estado do Disjuntor

O estado do disjuntor está permanentemente disponível na saída **Position** da função. É representado como uma entidade de estado duplo. No caso de disjuntores do circuito trifásico controlável, o seu valor reflete diretamente a entrada **Position** da função.

A entrada **Position** pode ser associada, por exemplo, à saída correspondente da função de Supervisão de Disjuntor (consultar a secção 5.24 - Supervisão de Disjuntor). Todas as alterações de valor e qualidade na posição do disjuntor são corretamente datadas, de acordo com a data da entidade de entrada. A origem do último comando emitido sobre o disjuntor está também disponível no campo correspondente da saída **Position**.

Processamento de Comando

Os comandos de abertura e fecho do disjuntor devem ser executados sobre a saída controlável **Position**. Várias condições são então avaliadas, a fim de permitir ou rejeitar o comando:

- ◆ O comando é rejeitado se o disjuntor já estiver na posição pretendida.
- ◆ A hierarquia de comutação é gerida de acordo com as regras apresentadas na subsecção 5.1.4 - Gestão da Entidade de Controlo.
- ◆ São avaliadas as condições de bloqueio do comando de abertura e fecho, de acordo com o estado das entradas correspondentes da função, as quais são descritas abaixo.
- ◆ Condições específicas de desarme de encravamento podem ser programadas nas funções definidas pelo utilizador e associadas às entradas respetivas. Podem ser definidas condições independentes de encravamento para operações de abertura (entrada **InterlockEnableOpen** da função) e de fecho (entrada **InterlockEnableClose**).
- ◆ Os comandos de fecho podem ser supervisionados opcionalmente por uma função externa de verificação de sincronismo. São fornecidas entradas independentes para comandos de fecho manual (entrada **ManSyncEnableClose** da função) e automático (entrada **AutSyncEnableClose** da função).

Se a permissão da verificação de sincronismo já estiver ativa quando um comando de fecho for executado, o comando é imediatamente executado, desde que todas as outras condições tenham sido verificadas. Se, pelo contrário, não houver condições de sincronismo quando a ordem é recebida, a execução do comando pode aguardar um período de tempo máximo pela permissão da verificação de sincronismo. Este temporizador é definido independentemente para comandos de fecho manual (parâmetro **ManSyncTime**) e automático (parâmetro **AutSyncTime**).

A saída **SyncInProgress** da função é assinalada quando a função de Controlo de Disjuntor aguarda pela permissão externa da verificação de sincronismo. Se esta indicação for recebida enquanto o temporizador está a funcionar, o comando é imediatamente executado, desde que todas as outras condições sejam também verificadas. Se o temporizador chegar ao fim sem que seja recebida a permissão da verificação de sincronismo, o comando de fecho é rejeitado e a indicação **SyncFail** é assinalada.

Após a avaliação de todas as condições anteriores, se o comando for finalmente executado pela função de Controlo de Disjuntor, um impulso é emitido numa das saídas **CmdOpen** ou **CmdClose**, para os comandos de abertura ou fecho, respetivamente. Caso contrário, uma causa de rejeição é indicada (ver Tabela 5.75).

Tabela 5.75. Causas de rejeição de comandos do disjuntor.

Identificador	Valor	Descrição
UNKNOWN	0	Causa desconhecida
BLOCKED BY SWITCHING HIERARCHY	2	Pelo menos um nível com hierarquia de comutação inferior está em modo local
POSITION REACHED	5	Interruptor já na posição pretendida
BLOCKED BY MODE	8	Bloqueado pelo modo de operação atual
BLOCKED BY PROCESS	9	Bloqueado devido a eventos externos ao nível do 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 para rejeição; controlo executado

O número de comandos de abertura executados está disponível na saída **OpCounter** da função. Este contador pode ser reiniciado, a qualquer momento, pelo utilizador, ao executar uma ordem de controlo sobre essa entidade. O seu valor inicial pode ser definido livremente.

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**). Há também condições de bloqueio geral (**BlockOpen** e **BlockClose**) que bloqueiam todos os comandos, independentemente da sua origem.

Estão disponíveis duas entradas de bloqueio adicionais (**BlockProcessOpen** e **BlockProcessClose**), as quais permitem a associação de condições de bloqueio específicas relacionadas com o processo, por exemplo alarme de nível do gás de isolamento ou mola solta. Embora as condições de bloqueio relacionadas com o processo estejam diretamente associadas ao nível de processo (para ver como, consultar a secção 5.24 - Supervisão de Disjuntor), também devem ser associadas a estas entradas da função de Controlo de Disjuntor, pelo que o controlo pode ser imediatamente rejeitado, sendo a causa da rejeição reportada em conformidade se tais condições estiverem ativas.

Condição da Função

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ A entrada trifásica (**Position**) de estado não está ligada: a função não terá acesso à posição do disjuntor, pelo que a saída **Position** irá apresentar um estado inválido (**VALUE = BAD STATE; QUALITY = INVALID; ORIGIN = NOT SUPPORTED**).

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.23.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.76 e na Tabela 5.77, respetivamente.

Tabela 5.76. Entradas da função de Controlo de 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 5.77. Saídas da função de Controlo de Disjuntor.

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
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 do disjuntor
CmdClose	Comando Fecho	DIG	-	Comando de fecho

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
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

5.23.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.78.

Tabela 5.78. Parâmetros da função de Controlo de 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

5.24 SUPERVISÃO DE DISJUNTOR

5.24.1 INTRODUÇÃO

A função de Supervisão de Disjuntor é responsável pelo controlo e pela monitorização de um determinado disjuntor. É nomeadamente responsável por:

- ◆ Aquisição do estado do disjuntor a partir do nível de processo e a transmissão deste estado a outras funções;
- ◆ Processamento de disparos das funções de proteção, bem como de comandos manuais e automáticos, e operação do disjuntor de acordo com tais comandos;
- ◆ Supervisão do correto funcionamento do disjuntor;
- ◆ Monitorização do desgaste do disjuntor através da avaliação da soma dos quadrados da corrente e do número de operações.

Só são suportados disjuntores com disparo trifásico (o disparo monofásico não é permitido).

5.24.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estado do Disjuntor

O estado do disjuntor está permanentemente disponível na saída **Position** da função. É representado como uma entidade de estado duplo, cujo valor é calculado a partir do estado dos contactos auxiliares do disjuntor (entrada **CBOpen** da função, que deve estar ligada ao contacto 52b Normalmente Fechado; e entrada **CBClosed**, que deve estar ligada ao contacto 52a Normalmente Aberto). Estes contactos são normalmente adquiridos diretamente a partir do processo através de entradas digitais, mas também podem ser recebidos através de uma ligação de comunicação (por exemplo, utilização de mensagens GOOSE).

Normalmente, ambos os contactos estão acessíveis e complementam-se um ao outro. Quando o disjuntor está em movimento, da posição aberta para a posição fechada (ou vice-versa), ambos os contactos são temporariamente nulos, o que é designado por estado intermédio. O utilizador pode optar por exibir sempre este estado ou, em opção, escondê-lo por um período de tempo máximo definido no parâmetro **FilterTime**, o qual deve ser configurado com um valor suficientemente longo para que o disjuntor atinja a posição final. Esta opção pode ser definida no parâmetro **IntermediateState**. Se o filtro do estado intermédio estiver ativo e o disjuntor não atingir a posição final num tempo inferior ao **FilterTime**, o estado intermédio é reportado quando o temporizador chega ao fim.

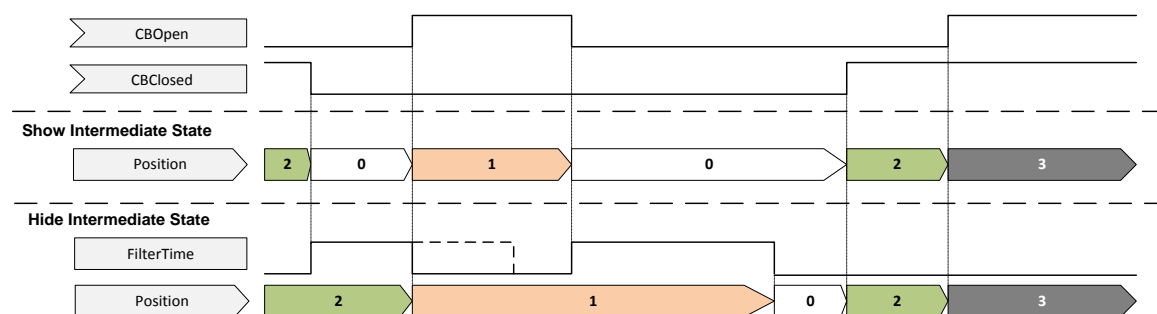


Figura 5.26. Filtro intermédio.

A função também está preparada para funcionar se apenas um dos contactos auxiliares estiver disponível. Neste último caso, a saída **Position** é diretamente calculada a partir do contacto disponível (negado se o contacto disponível for **CBOpen**). Neste caso, o estado intermédio não está disponível. A Tabela 5.82 mostra como o parâmetro **Position** é calculado em todos os casos possíveis.

O atributo de qualidade associado a **Position** é atualizado de acordo com o atributo de qualidade dos contactos de entrada correspondentes. Todas as alterações de valor e qualidade na posição do disjuntor são corretamente identificadas, de

acordo com a data da entidade de entrada. A origem do último comando emitido sobre o disjuntor está também disponível no campo correspondente da saída **Position**.

Tabela 5.79. Posição do disjuntor.

	CBOpen = 1 CBClosed = 0	CBOpen = 0 CBClosed = 0	CBOpen = 0 CBClosed = 1	CBOpen = 1 CBClosed = 1
CBOpen e CBClosed	OFF	INTERMEDIATE	ON	BAD STATE
CBOpen apenas	OFF	ON	ON	OFF
CBClosed apenas	OFF	OFF	ON	ON

Processamento de Comando

Os comandos de abertura e fecho do disjuntor são recebidos para processamento, pela função, nas entradas **CmdOpen** e **CmdClose**, respetivamente. Correspondem a impulsos originados por disparos de proteção (ver secção 5.17 - Lógica de Disparo Trifásica) ou comandos manuais e automáticos (ver secção 5.23 - Controlo de Disjuntor). Os comandos de abertura e fecho também podem ser emitidos diretamente sobre a saída controlável **Position** de estado duplo, nomeadamente para testes.

Só as condições relacionadas com o processo são avaliadas ao nível da função de Supervisão de Disjuntor; outras verificações deverão ter sido realizadas pela função que emitiu o impulso do comando.

- ◆ O comando é rejeitado se um comando anterior já estiver a ser executado.
- ◆ O comando é rejeitado se o comando manual for selecionado no disjuntor (nível de processo) e se a indicação estiver associada à entrada **Local** da função.
- ◆ O comando é rejeitado se for bloqueado por alguma condição específica.

A função fornece entradas individuais para condições de bloqueio de comando de abertura e de fecho (**BlockOpen** e **BlockClose**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. Devem ser utilizados normalmente para condições de bloqueio específicas relacionadas com o processo, por exemplo, alarme de nível de gás de isolamento (no caso de comandos de abertura) ou de mola solta (no caso de comandos de fecho). Os comandos de fecho também devem ser rejeitados se a operação do disjuntor for bloqueada (consultar a secção 5.20 - Bloqueio de Fecho do Disjuntor). Se as operações de abertura ou fecho forem bloqueadas, isso é assinalado na saída correspondente (**BlockedOpen** ou **BlockedClose**).

Sinais de Abertura/Fecho

Após a avaliação de todas as condições anteriores, se o comando for finalmente desarmado pela função de Supervisão de Disjuntor, um impulso é emitido numa das saídas **CmdOpen** ou **CmdClose**, para os comandos de abertura ou fecho, respetivamente.

A duração do impulso pode ser configurada pelo utilizador, para comandos de abertura no parâmetro **MinOpenCmdTime**, para comandos de fecho no parâmetro **MinCloseCmdTime**. A duração do impulso definida pelas configurações anteriores pode ser fixa (igual ao valor definido) ou adaptável, se o parâmetro **AdaptivePulse** estiver **ON**. Com esta opção selecionada, o impulso do comando será alargado até o disjuntor atingir a posição final, conforme ilustrado na Figura 5.27.

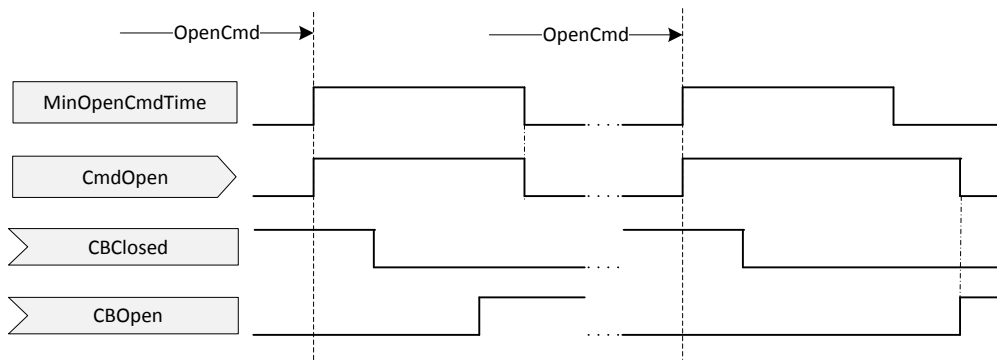


Figura 5.27. Comando do disjuntor com impulso adaptável.



A opção de impulso adaptável só deve ser utilizada se a indicação de comando manual no disjuntor for associada à entrada **Local** e se a função tiver acesso a todas as condições que possam bloquear a operação do disjuntor ao nível do processo, nomeadamente bloqueios mecânicos.



As durações de impulso de abertura e fecho devem ser suficientemente longas para garantir que os contactos auxiliares do disjuntor interrompam a corrente no circuito de bobina antes do relé de saída tentar abrir.

O incumprimento destas disposições poderá colocar em risco o correto funcionamento da TPU T450, e causar eventuais danos pessoais e/ou no equipamento.

Monitorização da Operação

O sucesso da operação do disjuntor é supervisionado pela função. São realizadas três verificações distintas:

- ♦ O tempo entre a execução do comando e o momento em que a posição intermédia é alcançada não deve exceder o tempo 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 deve exceder o tempo máximo permitido para que o disjuntor se mantenha no estado intermédio, definido no parâmetro **FilteringTime**;
- ♦ O tempo entre a execução do comando e o momento em que a posição final é alcançada não deve exceder o tempo máximo permitido para a conclusão da operação, definido nos parâmetros **MaxOpenOpTime** para operações de abertura, e **MaxCloseOpTime** para operações de fecho.

Se alguma das condições anteriores não for satisfeita, é assinalada uma indicação de falha, nas saídas da função **OpenFailure** (em caso de comandos de abertura) ou **CloseFailure** (para comandos de fecho). A Figura 5.28 ilustra a monitorização da operação do disjuntor.

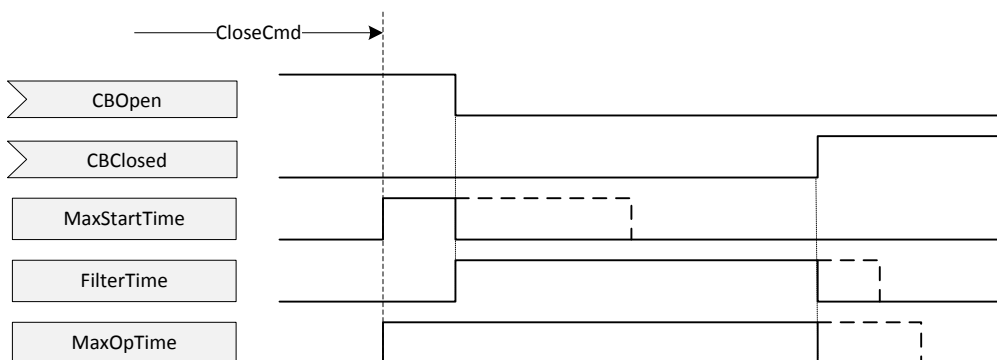


Figura 5.28. Monitorização da operação do disjuntor.

O número total de operações de abertura realizadas pelo disjuntor está disponível na saída **OpCounter** da função. O seu valor é mantido na memória não-volátil. Se este contador exceder um número máximo de operações de abertura configurado pelo utilizador no parâmetro **MaxOpCounter**, é emitida a indicação de alarme **OpCounterAlarm**.

Monitorização de Correntes Cortadas

As correntes cortadas são monitorizadas se um canal analógico, que associa sinais de corrente trifásica, estiver ligado à entrada I da função.

A última corrente cortada por cada pólo do disjuntor está disponível nas saídas **SwitchCurrA**, **SwitchCurrB** e **SwitchCurrC**, em kA. Para cada pólo, a soma total das correntes cortadas elevada a uma potência configurável pelo utilizador (parâmetro **SwitchCurrExponent**) é também atualizada após cada operação de abertura e disponibilizada nas saídas **SwitchCurrSumA**, **SwitchCurrSumB** e **SwitchCurrSumC**. Por defeito, estas saídas irão exibir a soma total do quadrado das correntes cortadas (ou seja, o valor de defeito para o parâmetro **SwitchCurrExponent** é 2). Os seus valores são representados como contadores de 64 bits, em kA². Todos estes valores são persistentes e mantidos numa memória não volátil.

Se pelo menos um dos contadores referentes à soma do quadrado das correntes exceder o limiar máximo definido no parâmetro **MaxSwitchCurrSum**, é emitida a indicação **SwitchCurrAlarm**.

Todas as estatísticas (número de operações de abertura, correntes cortadas e soma do quadrado das correntes cortadas) podem ser simultaneamente reiniciadas através da emissão de uma ordem de controlo sobre a entidade **ResetStatistics**.

Monitorização de Pólo Aberto

A indicação de discrepância de pólos fornecida pelo disjuntor é igualmente monitorizada pela função na entrada **OpenPole**. Se uma condição de discrepância de pólos for detetada, é assinalada a indicação **OpenPoleAlarm**.

Condição

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

- ◆ As entradas **CBOpen** e **CBClosed** estão ambas desligadas.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.24.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.80 e na Tabela 5.81, respetivamente.

Tabela 5.80. Entradas da função de Supervisão de Disjuntor.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	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 5.81. Saídas da função de Supervisão de Disjuntor.

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
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
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	Tempo Abertura (ms)	INT	Sim	Duração da última manobra de abertura, em ms
CloseOpTimems	Tempo Fecho (ms)	INT	Sim	Duração da última manobra 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 operação de abertura, fase A
SwitchCurrB	IB Cort	ANL	Sim	Corrente interrompida durante a última operação de abertura, fase B
SwitchCurrC	IC Cort	ANL	Sim	Corrente interrompida durante a última operação de abertura, fase C
SwitchCurrSumA	Soma I2A Cort	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes cortadas, fase A
SwitchCurrSumB	Soma I2B Cort	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes cortadas, fase B
SwitchCurrSumC	Soma I2C Cort	CNT	Sim	Somatório dos quadrados das correntes cortadas, fase C
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, em horas
OpenPoleAlarm	Alarme Pólo Aberto	DIG	-	Alarme de pólo aberto

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
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 alcançado
ContactWearAlarm	Alarme Desgaste	DIG	-	Nível de alarme de desgaste dos contactos alcançado
PauseStatistics	Parar Estatísticas	DIG CTRL	Sim	Interromper/retomar cálculo de estatísticas
ResetStatistics	Reiniciar estatísticas	DIG CTRL	-	Reiniciar estatísticas

5.24.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.82.

Tabela 5.82. 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 de 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 Fecho	[0..60000] ms	100	Tempo máximo permitido para o início de manobras de fecho
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 o cálculo da duração da manobra de abertura

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
CloseOpTimeCorr	Corr Tempo Fecho	[0..500] ms	0	Fator 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
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 à corrente operacional nominal
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	Crit Monit Desgaste	NENHUM / ALARME OPERAÇÕES RESTANTES / AVISO OPERAÇÕES RESTANTES / ALARME DE DESGASTE DO CONTACTO / AVISO DE DESGASTE DO CONTACTO	NENHUM	Critério para monitorização do desgaste dos contactos
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

5.25 CONTROLO DE SECCIONADOR

5.25.1 INTRODUÇÃO

A função de Controlo de Seccionador é responsável pela gestão dos comandos de abertura e fecho manuais e automáticos, emitidos sobre um seccionador, centralizando todas as informações necessárias para os bloquear ou permitir. Isto inclui aceder ao estado de encravamento e supervisionar as diferentes condições de bloqueio, de acordo com o tipo e a origem do comando.

5.25.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estado do Seccionador

O estado do seccionador está permanentemente disponível na saída **Position** da função. É representado como uma entidade de estado duplo. Em caso de seccionadores trifásicos controláveis, o seu valor reflete diretamente a entrada **Position** da função.

A entrada **Position** pode ser associada, por exemplo, à saída correspondente da função de Supervisão de Seccionador (consultar a secção 5.26 - Supervisão de Seccionador). Todas as mudanças de valor e qualidade na posição do seccionador são corretamente datadas, de acordo com a data da entidade de entrada. A origem do último comando emitido sobre o seccionador está também disponível no campo correspondente da saída **Position**.

Processamento de Comando

Os comandos de abertura e fecho do seccionador devem ser executados sobre a saída controlável **Position** de estado duplo. Várias condições são então avaliadas, a fim de permitir ou rejeitar o comando:

- ◆ O comando é rejeitado se o seccionador já estiver na posição pretendida.
- ◆ A hierarquia de comutação é gerida de acordo com as regras apresentadas na subsecção 5.1.4 - Gestão da Entidade de Controlo.
- ◆ São avaliadas as condições de bloqueio do comando de abertura e fecho, de acordo com o estado das entradas correspondentes da função, as quais são descritas abaixo.
- ◆ Condições específicas de encravamento podem ser programadas nas funções definidas pelo utilizador e associadas às entradas respetivas. Podem ser definidas condições independentes de encravamento para operações de abertura (entrada **InterlockEnableOpen** da função) e de fecho (entrada **InterlockEnableClose**).

Após a avaliação de todas as condições anteriores, se o comando for finalmente executado pela função de Controlo de Seccionador, um impulso é emitido numa das saídas **CmdOpen** ou **CmdClose**, para os comandos de abertura ou fecho, respetivamente. Caso contrário, uma causa de rejeição é indicada (ver Tabela 5.75).

Tabela 5.83. Causas de rejeição dos comandos do seccionador.

Identificador	Valor	Descrição
UNKNOWN	0	Causa desconhecida
BLOCKED BY SWITCHING HIERARCHY	2	Pelo menos um nível com hierarquia de comutação inferior está em modo local
POSITION REACHED	5	Interruptor já na posição pretendida
BLOCKED BY MODE	8	Bloqueado pelo modo de operação atual
BLOCKED BY PROCESS	9	Bloqueado devido a eventos externos ao nível do processo
BLOCKED BY INTERLOCKING	10	Bloqueado devido a encravamento dos dispositivos de comutação
COMMAND ALREADY IN EXECUTION	12	Ação de controlo já em execução

Identificador	Valor	Descrição
BLOCKED BY HEALTH	13	Bloqueado devido a alguns eventos internos que evitam uma operação bem-sucedida
NONE	25	Sem causa para rejeição; controlo executado

O número de comandos de abertura executados está disponível na saída **OpCounter** da função. Este contador pode ser reiniciado, a qualquer momento, pelo utilizador, ao executar uma ordem de controlo sobre essa entidade. O seu valor inicial pode ser definido livremente.

Condições de Bloqueio

A função fornece condições distintas de bloqueio de comando de abertura e fecho, para diferentes origens do 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**). Há também condições de bloqueio geral (**BlockOpen** e **BlockClose**) que bloqueiam todos os comandos, independentemente da sua origem.

Estão disponíveis duas entradas de bloqueio adicionais (**BlockProcessOpen** e **BlockProcessClose**), as quais permitem a associação de condições de bloqueio específicos relacionadas com o processo. Embora as condições de bloqueio relacionadas com o processo estejam diretamente associadas ao nível de processo (para ver como, consultar a secção 5.26 - Supervisão de Seccionador), também devem ser associadas a estas entradas da função de Controlo de Seccionador, para que o controlo possa ser imediatamente rejeitado, sendo a causa da rejeição reportada em conformidade se tais condições estiverem ativas.

Condição da Função

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ♦ A entrada (**Position**) do estado trifásico não está ligada: a função não terá acesso à posição do seccionador, pelo que a saída **Position** irá apresentar um estado inválido (**VALUE = BAD STATE; QUALITY = INVALID; ORIGIN = NOT SUPPORTED**).

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.25.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.76 e na Tabela 5.77, respetivamente.

Tabela 5.84. Entradas da função de Controlo de 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

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
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 seccionador
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 5.85. Saídas da função de Controlo de Seccionador.

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
Health	Condição	INT	-	Condição da função
Position	Posição	DB CTRL	-	Posição do seccionador
CmdOpen	Comando Abertura	DIG	-	Comando de abertura
CmdClose	Comando Fecho	DIG	-	Comando de fecho
OpCounter	Cont Operações	INT CTRL	Sim	Contador de operações

5.25.4 PARAMETRIZAÇÃO

Esta função não tem nenhum parâmetro associado.

5.26 SUPERVISÃO DE SECCIONADOR

5.26.1 INTRODUÇÃO

A função de Supervisão de Seccionador é responsável pelo controlo e monitorização de um determinado seccionador. É nomeadamente responsável por:

- ♦ Aquisição do estado do seccionador a partir do nível de processo e a sua transmissão a outras funções;
- ♦ Processamento dos comandos manuais e automáticos, e operação do seccionador de acordo com tais comandos;
- ♦ Supervisão do correto funcionamento do seccionador;
- ♦ Monitorização do desgaste do seccionador através da avaliação do número de operações.

5.26.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

Estado do Seccionador

O estado do seccionador está permanentemente disponível na saída **Position** da função. É representado como uma entidade de estado duplo, cujo valor é calculado a partir do estado dos contactos auxiliares do seccionador (entradas da função **SWOpen**, que deve estar ligada ao contacto 89b Normalmente Fechado, e **SWClosed**, que deve estar ligada ao contacto 89a Normalmente Aberto). Estes contactos são normalmente adquiridos diretamente a partir do processo através de entradas digitais, mas também podem ser recebidos através de uma ligação de comunicação (por exemplo, utilização de mensagens GOOSE).

Normalmente, ambos os contactos estão acessíveis e complementam-se um ao outro. Quando o seccionador estiver em movimento, da posição aberta para a posição fechada (ou vice-versa), ambos os contactos serão temporariamente nulos, o que é designado por estado intermédio. O utilizador pode optar por exibir sempre este estado ou, em opção, escondê-lo por um período de tempo máximo definido no parâmetro **FilterTime**, que deve ser configurado com um valor suficientemente longo para que o seccionador atinja a posição final. Esta opção pode ser definida no parâmetro **IntermediateState**. Se o filtro do estado intermédio estiver ativo e o seccionador não atingir a posição final num tempo inferior ao **FilterTime**, o estado intermédio é reportado quando o temporizador chega ao fim.

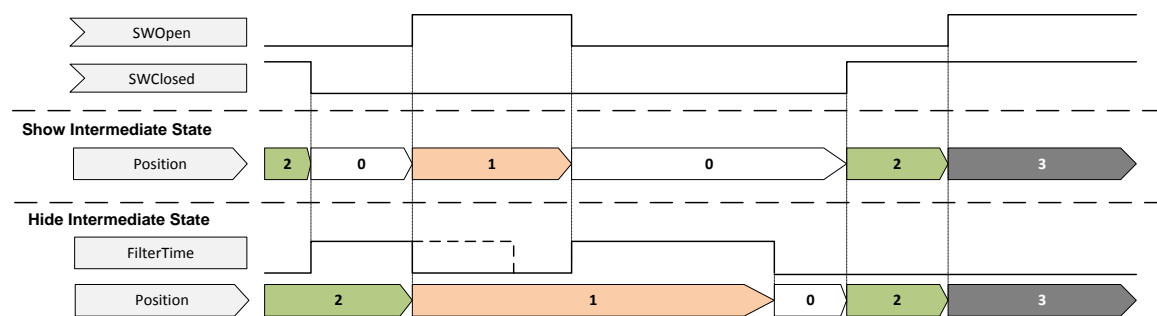


Figura 5.29. Filtro intermédio.

A função também está preparada para funcionar se apenas um dos contactos auxiliares estiver disponível. Neste último caso, a saída **Position** é diretamente calculada a partir do contacto disponível (negado se o contacto disponível estiver **SWOpen**). Neste caso, o estado intermédio não está disponível. A Tabela 5.82 mostra como o parâmetro **Position** é calculado em todos os casos possíveis.

O atributo de qualidade associado a **Position** é atualizado de acordo com o atributo de qualidade dos contactos de entrada correspondentes. Todas as mudanças de valor e qualidade na posição do seccionador são corretamente datadas, de acordo com a data das entidades de entrada. A origem do último comando emitido sobre o seccionador está também disponível no campo correspondente da saída **Position**.

Tabela 5.86. Posição do seccionador.

	SWOpen = 1 SWClosed = 0	SWOpen = 0 SWClosed = 0	SWOpen = 0 SWClosed = 1	SWOpen = 1 SWClosed = 1
SWOpen e SWClosed	OFF	INTERMEDIATE	ON	BAD STATE
SWOpen apenas	OFF	ON	ON	OFF
SWClosed apenas	OFF	OFF	ON	ON

Processamento de Comando

Os comandos de abertura e fecho do seccionador são recebidos para processamento, pela função, nas entradas **CmdOpen** e **CmdClose**, respetivamente. Correspondem a impulsos originados por comandos manuais e automáticos (consultar secção 5.25 - Controlo de Seccionador). Os comandos de abertura e fecho também podem ser emitidos diretamente sobre a saída controlável **Position** de estado duplo, nomeadamente para testes.

Só as condições relacionadas com o processo são avaliadas ao nível da função de Supervisão de Seccionador; outras verificações deverão ter sido realizadas pela função que emitiu o pulso do comando.

- ◆ O comando é rejeitado se um comando anterior já estiver a ser executado.
- ◆ O comando é rejeitado se o comando manual for selecionado no seccionador (nível de processo) e se a indicação estiver associada à entrada **Local** da função.
- ◆ O comando é rejeitado se for bloqueado por alguma condição específica.

A função fornece entradas individuais para condições de bloqueio de comando de abertura e de fecho (**BlockOpen** e **BlockClose**). Qualquer uma delas pode ser livremente associada a qualquer condição definida pelo utilizador. Devem ser utilizadas normalmente para condições de bloqueio específicas relacionadas com o processo. Se as operações de abertura ou fecho forem bloqueadas, isso é assinalado na saída correspondente (**BlockedOpen** ou **BlockedClose**).

Sinais de Abertura/Fecho

Após a avaliação de todas as condições anteriores, se o comando for finalmente executado pela função de Supervisão de Seccionador, um impulso é emitido numa das saídas **CmdOpen** ou **CmdClose**, para os comandos de abertura ou fecho, respetivamente.

A duração do impulso pode ser configurada pelo utilizador, para comandos de abertura no parâmetro **MinOpenCmdTime**, para comandos de fecho no parâmetro **MinCloseCmdTime**. A duração do impulso definida pelas configurações anteriores pode ser fixa (igual ao valor definido) ou adaptável, se o parâmetro **AdaptivePulse** estiver **ON**. Com esta opção selecionada, o pulso do comando será alargado até o seccionador atingir a posição final, conforme ilustrado na Figura 5.27.

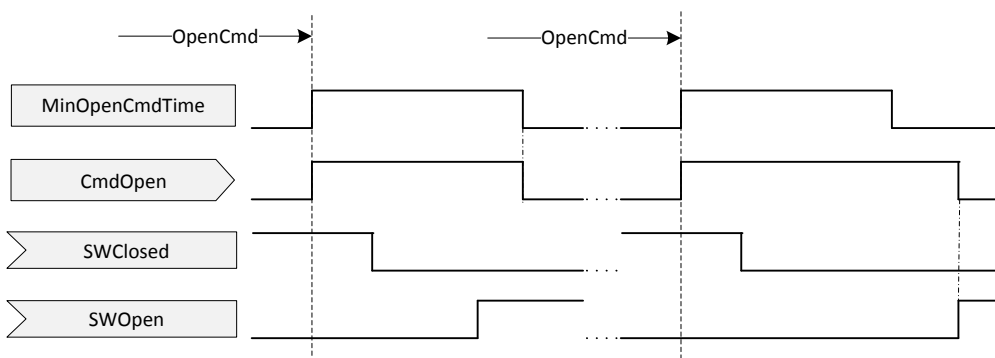


Figura 5.30. Comando do seccionador com pulso adaptativo.



A opção de pulso adaptativo só deve ser utilizada se a indicação de comando manual no seccionador for associada à entrada **Local** e se a função tiver acesso a todas as condições que possam bloquear a operação do seccionador ao nível do processo, nomeadamente bloqueios mecânicos.

Monitorização da Operação

O sucesso da operação do seccionador é supervisionado pela função. São realizadas três verificações distintas:

- ♦ O tempo entre a execução do comando e o momento em que a posição intermédia é alcançada não deve exceder o tempo máximo permitido para o movimento começar, definido no parâmetro **MaxStartTime**;
- ♦ O tempo entre alcançar a posição intermédia e alcançar a posição final não deve exceder o tempo máximo permitido para que o interruptor se mantenha no estado intermédio, definido no parâmetro **FilteringTime**.
- ♦ O tempo entre a execução do comando e o momento em que a posição final é alcançada não deve exceder o tempo máximo permitido para a conclusão da operação, definido no parâmetro **MaxOpTime**.

Se alguma das condições anteriores não for satisfeita, é assinalada uma indicação de falha, nas saídas da função **OpenFailure** (em caso de comandos de abertura) ou **CloseFailure** (para comandos de fecho). A Figura 5.28 ilustra a monitorização da operação do seccionador.

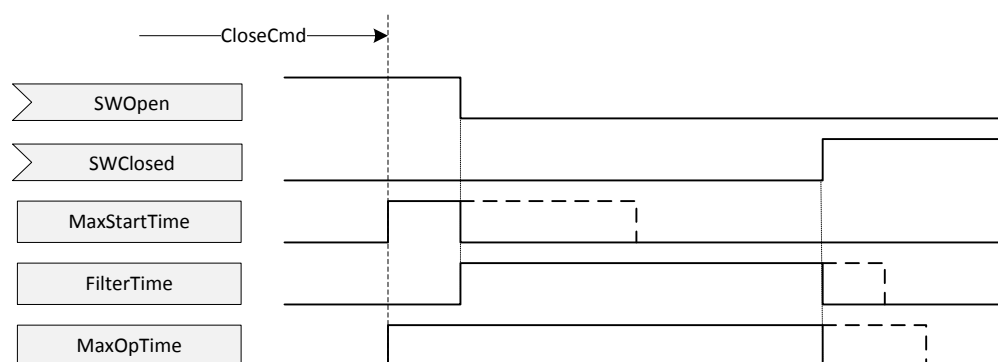


Figura 5.31. Monitorização da operação do seccionador.

O número total de operações de abertura realizadas pelo seccionador está disponível na saída **OpCounter** da função. O seu valor é mantido na memória não-volátil. Se este contador exceder um número máximo de operações de abertura configurado pelo utilizador no parâmetro **MaxOpCounter**, é emitida a indicação de alarme **OpCounterAlarm**.

Condição

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

- ♦ As entradas **SWOpen** e **SWClosed** estão ambas desligadas.

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.26.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.80 e na Tabela 5.81, respetivamente.

Tabela 5.87. Entradas da função de Supervisão de Seccionador.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Local	Local	DIG	1	Controlo local
BlockOpen	Bloqueio Abertura	DIG	4	Bloqueio de abertura
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

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
CmdClose	Comando Fecho	DIG	4	Comando de fecho

Tabela 5.88. Saídas da função de Supervisão de Seccionador.

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
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 excedido

5.26.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.82.

Tabela 5.89. 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 de filtragem	[0..60000] ms	10000	Tempo de filtragem da posição intermédia
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 operação permitido

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
MaxOpCounter	Cont Ops Máx	[1..100000]	5000	Número máximo permitido de manobras de abertura

5.27 MEDIDAS TRIFÁSICAS

5.27.1 INTRODUÇÃO

A função de Medidas Trifásicas é responsável pela atualização contínua de todos os valores medidos relativos a um sistema de energia trifásico.

As saídas da função derivam de entradas de corrente e tensão c.a. da TPU T450 e são calculadas com uma exatidão muito elevada, o que permite evitar um conjunto de instrumentos de medição separados. Pode aceder-se aos valores medidos na HMI Local ou no servidor Web incorporado, podendo estes ser configurados para serem reportados à estação e a níveis de controlo remoto através de um protocolo de comunicação. Também podem ser entradas nos esquemas lógicos definidos pelo utilizador, implementados localmente no dispositivo ou distribuídos por um conjunto de diversos dispositivos na mesma LAN.

As saídas da função também podem ser utilizadas como informações de diagnóstico eficazes, permitindo a identificação de eventuais erros de ligação do TI e do TT durante a colocação em serviço, assim como a validação da orientação adequada do TI para outras funções de proteção e de controlo. A função também pode ser utilizada para aceder ao estado atual do sistema de energia e para detetar algumas condições anómalas de circuitos de medição analógicos da TPU T450 durante a operação normal do sistema.

5.27.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Medidas Trifásicas aceita um máximo de três correntes de fase (entrada **I** da função) e três tensões fase-neutro ou fase-fase (entrada **U**), mas são também possíveis outros cenários de configuração com menos sinais analógicos, o que permite a sua aplicação flexível a qualquer esquema de ligação de TI ou de TT.

Além disso, é possível ligar 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 normalmente obtida a partir de um transformador toroidal independente ou de uma ligação de Holmgreen externa. A aplicação típica para a entrada de tensão de neutro é um enrolamento independente ligado em triângulo para a medição de tensão residual.



A fim de preservar a coerência entre as várias saídas da função, as entradas de neutro só devem ser ligadas se forem semelhantes aos canais do sistema de energia trifásico ligado às entradas principais, ou seja, se forem adquiridos na mesma localização do sistema de energia.

Caso contrário, é preferível utilizar uma função extra de Medidas Monofásicas (consultar a secção 5.28 - Medidas Monofásicas) para calcular os valores medidos.



O número de valores medidos calculados depende da configuração específica da entrada. Alguns valores de saída poderão não estar disponíveis se necessitarem de uma entrada que não esteja presente na configuração.

Processo de Medição

A função avalia periodicamente os canais analógicos configurados e atualiza todas as saídas de valor medidas que são possíveis calcular. O processo de medida é executado de acordo com a sequência seguinte:

- ◆ Os canais analógicos são, antes de mais, compensados pelos erros de amplitude e ângulo de fase determinísticos no circuito de medição da TPU T450, utilizando-se os fatores resultantes do processo de calibração executado em fábrica.
- ◆ As várias quantidades são calculadas com base nas entradas calibradas.
- ◆ Para cada saída é obtida uma média dos valores medidos para vários intervalos de tempo consecutivos, a fim de eliminar erros não determinísticos. As saídas são fornecidas em intervalos de um segundo.

- ♦ Se for configurada para tal, algumas medidas podem ser monitorizadas e informações adicionais relativas ao intervalo de amplitude fornecidas (consultar a subsecção 4.1.2 - Entidades de Medida para obter mais detalhes).

Informações de Ângulo de Amplitude e Fase

Todos os valores medidos correspondem a um valor RMS da componente fundamental (informações de fasor). A amplitude de todas as grandezas é fornecida em valores primários, tendo em consideração o rácio correspondente do TI ou do TT, que deve ser configurado no canal analógico apropriado (consultar a subsecção 4.4.3 - Canais).

Para algumas quantidades, o ângulo de fase é calculado além da amplitude correspondente. As informações de fase desta função podem ser diretamente comparadas com os valores medidos a partir de outras funções, uma vez que uma entrada analógica específica é utilizada como ângulo de fase de referência para todas as funções integradas no dispositivo (consultar a subsecção 4.4.1 - Configuração Física).

Orientação da Entrada Analógica

A polaridade do TI ou do TT é diretamente definida no canal ligado à entrada de uma 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 para o objeto do sistema de energia monitorizado.

Para uma maior flexibilidade, a convenção direcional utilizada pela função de Medidas Trifásicas para valores de potência ativa e reativa pode ser revertida relativamente à convenção utilizada por todas as outras funções (para o objeto do sistema de energia). Para isso, deve alterar-se a configuração do parâmetro **InvertOrientation** para **ON**. Pode ser útil, por exemplo, no caso de enrolamento secundário de transformadores de potência, quando a direção pretendida para as funções de proteção é para o transformador, mas para fora do transformador para efeitos de medição da potência (para o barramento, ou seja, na direção da carga). Isto é ilustrado na Figura 5.32.

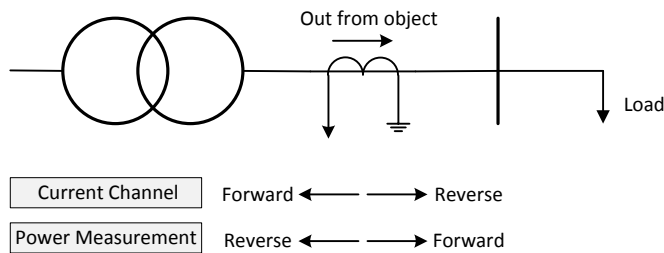


Figura 5.32. Reversão da direção para a função de medida da potência.

Medidas de Corrente

Tanto as informações de amplitude como as informações de ângulo de fase são fornecidas para todos os sinais de corrente de fase contidos no canal analógico correspondente.

É também fornecido o valor máximo, mínimo e a média aritmética das amplitudes de corrente trifásica.

$$I_{\max} = \text{Max}(|\bar{I}_A|, |\bar{I}_B|, |\bar{I}_C|) \quad (5.54)$$

$$I_{\min} = \text{Min}(|\bar{I}_A|, |\bar{I}_B|, |\bar{I}_C|) \quad (5.55)$$

$$I_{\text{avg}} = \text{Avg}(|\bar{I}_A|, |\bar{I}_B|, |\bar{I}_C|) \quad (5.56)$$

Além disso, a corrente residual é calculada se todas as correntes trifásicas estiverem disponíveis.

$$\bar{I}_{\text{res}} = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (5.57)$$

Medidas de Tensão

Tanto as informações de amplitude como as informações de ângulo de fase são fornecidas para todos os sinais de tensão fase-neutro ou fase-fase contidos no canal analógico correspondente. Os valores fase-fase medidos também podem ser calculados no caso de sinais de entrada de tensão fase-neutro.

É também fornecido o valor máximo, mínimo e a média aritmética das amplitudes de tensão trifásica fase-neutro e tensão trifásica fase-fase.

$$U_{ph,max} = \text{Max}(|\bar{U}_A|, |\bar{U}_B|, |\bar{U}_C|) \tag{5.58}$$

$$U_{ph,min} = \text{Min}(|\bar{U}_A|, |\bar{U}_B|, |\bar{U}_C|) \tag{5.59}$$

$$U_{ph,avg} = \text{Avg}(|\bar{U}_A|, |\bar{U}_B|, |\bar{U}_C|) \tag{5.60}$$

$$U_{ph-ph,max} = \text{Max}(|\bar{U}_{AB}|, |\bar{U}_{BC}|, |\bar{U}_{CA}|) \tag{5.61}$$

$$U_{ph-ph,min} = \text{Min}(|\bar{U}_{AB}|, |\bar{U}_{BC}|, |\bar{U}_{CA}|) \tag{5.62}$$

$$U_{ph-ph,avg} = \text{Avg}(|\bar{U}_{AB}|, |\bar{U}_{BC}|, |\bar{U}_{CA}|) \tag{5.63}$$

Além disso, a tensão residual é calculada se todas as tensões trifásicas fase-neutro estiverem disponíveis.

$$\bar{U}_{res} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C \tag{5.64}$$

Medidas de Potência

Quando tanto as entradas de corrente como as entradas de tensão estão disponíveis, são calculados os valores medidos de potência total e por fase. A potência por fase só é avaliada se a corrente da fase correspondente e os sinais de tensão fase-neutro estiverem disponíveis.

A potência trifásica total está disponível numa ampla gama de configurações possíveis. A sua fórmula específica de cálculo depende dos sinais de corrente e tensão que estão ligados à função. A Tabela 5.90 apresenta os possíveis casos.

Tabela 5.90. Cálculo de potência trifásica.

Sinais de tensão (disponível)	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 as três tensões fase-neutro 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 fase-fase estiverem disponíveis, de acordo com a ligação de Aron (semelhante 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 estiver disponível (semelhante a 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-neutro estiver disponível (semelhante a U_B ou U_C)

Apenas os dois primeiros casos fornecem a medida exata de potência trifásica. Os dois últimos fornecem o valor exato, se partirmos do princípio que o sistema está a funcionar em condições perfeitamente simétricas.

Além da potência aparente, estão também disponíveis medidas de potência real e reativa e de fatores de potência, por fase e trifásicas.

$$P = \text{Re}\{\bar{S}\} \tag{5.65}$$

$$Q = \text{Im}\{\bar{S}\} \tag{5.66}$$

$$S = |\bar{S}| = \sqrt{P^2 + Q^2} \tag{5.67}$$

$$\cos \varphi = P/S \tag{5.68}$$

O sinal das medições de fatores de potência é atribuído de acordo com uma das duas convenções possíveis: se o parâmetro **PowerFactorSign** tiver o valor **ACTIVE POWER**, o sinal de fatores de potência é o sinal da medida de potência ativa correspondente (convenção IEC); se o parâmetro **PowerFactorSign** tiver o valor **LEAD/LAG**, o sinal de fatores de potência é positivo quando as medidas de potência ativa e reativa correspondentes têm sinais opostos (convenção IEEE).

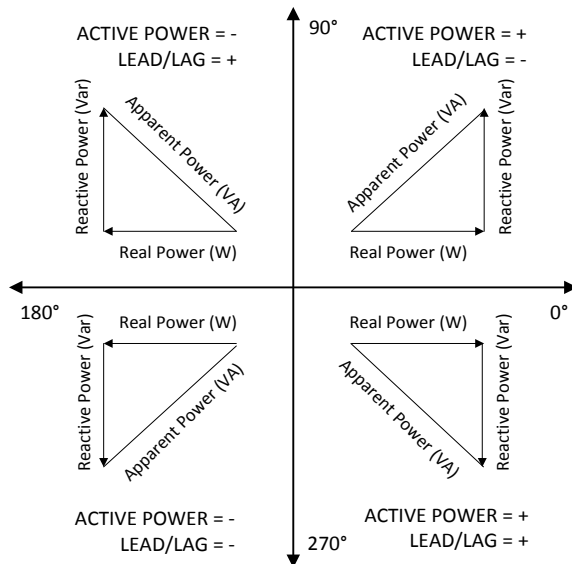


Figura 5.33. Convenções de sinal de fatores de potência.

Medidas de Impedância

A impedância é calculada por fase, a partir da corrente correspondente e dos sinais de tensão fase-neutro, se disponíveis.

$$\bar{Z}_i = \bar{U}_i / \bar{I}_i \tag{5.69}$$

Medidas de Frequência

A frequência é calculada através de um método independente durante o processo de estimativa de sinal analógico. É calculada para cada canal analógico (corrente ou tensão) independentemente. Ao atualizar a saída de função correspondente, um dos canais de entrada é selecionado automaticamente pela função. Se tanto as entradas de corrente como as entradas de tensão estão ligadas, a frequência é sempre obtida a partir do canal de tensão, devido à maior estabilidade dos sinais de tensão.

Medidas de Componentes Simétricos

Se as três entradas de corrente de fase estiverem disponíveis, os componentes simétricos correspondentes podem ser calculados. São fornecidos os componentes de sequência positiva, de sequência inversa e de sequência homopolar. A mesma característica aplica-se no caso de entradas de tensão, se os três sinais fase-neutro estiverem disponíveis. Os valores de sequência inversa e positiva também são calculados se as três tensões fase-fase estiverem disponíveis.

Os componentes simétricos oferecem uma imagem da simetria do sistema de energia trifásico, juntamente com as quantidades residuais e de neutro, e fornece informações de diagnóstico significativas no que diz respeito às ligações do TI ou do TT.

Medidas de Neutro

Se entradas adicionais de corrente de neutro e/ou de tensão de neutro estiverem ligadas à função, o seu valor (informações de amplitude e de ângulo de fase) é também calculado e disponível nas saídas específicas.

Condição da Função

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

- ◆ Todas as entradas estão desligadas (não há canais analógicos associados a **I**, **U**, **IO** e **U0**).

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ◆ Há canais analógicos associados às entradas **I** e **U**, mas não há informações suficientes para o cálculo da potência trifásica (ou seja, só I_A e U_B estão disponíveis).

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.27.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.91 e na Tabela 5.92, respectivamente.

Tabela 5.91. Entradas da função de Medidas Trifásicas.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Correntes de fase
IO	IO	ANL CH	-	Corrente de neutro
U	U	ANL CH	-	Tensões de fase
U0	U0	ANL CH	-	Tensão de neutro

Tabela 5.92. Saídas da função de Medidas Trifásicas.

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
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

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
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
ApparentPowerA	SA	ANL	-	Potência aparente fase A
ApparentPowerB	SB	ANL	-	Potência aparente fase B
ApparentPowerC	SC	ANL	-	Potência aparente fase c
PowerFactor	PF	ANL	-	Fator de potência trifásico
PowerFactorA	PFA	ANL	-	Fator de potência fase A
PowerFactorB	PFB	ANL	-	Fator de potência fase B
PowerFactorB	PFC	ANL	-	Fator 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 de sequência direta
NegativeSeqCurrent	I2	CPX ANL	-	Corrente de sequência inversa
ZeroSeqCurrent	I0	CPX ANL	-	Corrente de sequência homopolar
PositiveSeqVoltage	U1	CPX ANL	-	Tensão de sequência direta
NegativeSeqVoltage	U2	CPX ANL	-	Tensão de sequência inversa
ZeroSeqVoltage	U0	CPX ANL	-	Tensão de sequência homopolar
MaxCurrent	Máx(IA,IB,IC)	ANL	-	Amplitude máxima da corrente das três fases
MinCurrent	Min(IA,IB,IC)	ANL	-	Amplitude mínima da corrente das três fases
AvgCurrent	Méd(IA,IB,IC)	ANL	-	Média aritmética da amplitude da corrente das três fases
MaxVoltagePE	Máx(UA,UB,UC)	ANL	-	Amplitude máxima das três tensões fase-neutro
MinVoltagePE	Min(UA,UB,UC)	ANL	-	Amplitude mínima das três tensões fase-neutro
AvgVoltagePE	Méd(UA,UB,UC)	ANL	-	Média aritmética da amplitude das três tensões fase-neutro
MaxVoltagePP	Máx(UAB,UBC,UCA)	ANL	-	Amplitude máxima das três tensões fase-fase
MinVoltagePP	Min(UAB,UBC,UCA)	ANL	-	Amplitude mínima das três tensões fase-fase
AvgVoltagePP	Méd(UAB,UBC,UCA)	ANL	-	Média aritmética da amplitude das três tensões fase-fase

5.27.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.93.

Tabela 5.93. Parâmetros da função de Medidas Trifásicas.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
InvertOrientation	Inverter Orientação	OFF / ON	OFF	Inverter a orientação das potências
PowerFactorSign	Sinal do fator de potência	POTÊNCIA ATIVA / LEAD/LAG	POTÊNCIA ATIVA	Sinal do fator de potência

5.28 MEDIDAS MONOFÁSICAS

5.28.1 INTRODUÇÃO

A função de Medidas Monofásicas é responsável pela atualização contínua de todos os valores medidos relativos a uma corrente e/ou a um sinal de tensão sem discriminação de fases. As aplicações típicas são: um sistema de transmissão monofásico c.a.; uma corrente de neutro independente para a polarização direcional de defeito de terra; uma tensão de neutro obtida a partir de um enrolamento ligado em triângulo; uma tensão fase-neutro ou fase-fase separada para efeitos de verificação de sincronismo. A versatilidade da função permite a configuração de outros casos.

As saídas da função derivam de entradas de corrente e tensão c.a. da TPU T450 e são calculadas com uma exatidão muito elevada, o que permite evitar um conjunto de instrumentos de medição separados. Pode aceder-se aos valores medidos na HMI Local ou no servidor Web incorporado, podendo estes ser configurados para serem reportados à estação e a níveis de controlo remoto através de um protocolo de comunicação. Também podem ser entradas de esquemas lógicos definidos pelo utilizador, implementados localmente no dispositivo ou distribuídos por um conjunto de diversos dispositivos na mesma LAN.

As saídas da função também podem ser utilizadas como informações de diagnóstico eficazes, permitindo a identificação de eventuais erros de ligação do TI e do TT durante a colocação em serviço, assim como a validação da orientação adequada do TI para outras funções de proteção e de controlo. A função também pode ser utilizada para aceder ao estado atual do sistema de energia e para detetar algumas condições anómalas de circuitos de medição analógicos da TPU T450 durante a operação normal do sistema.

5.28.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Medidas Monofásicas aceita apenas um único canal de corrente de entrada (entrada **I** da função) e/ou um único canal de tensão de entrada (entrada **U**). Qualquer corrente de fase (ou corrente de neutro em opção) é permitida, assim como qualquer tensão fase-neutro ou fase-fase (ou tensão de neutro em opção).



Se as entradas de neutro estiverem intimamente relacionadas com outros canais trifásicos do sistema de energia, ou seja, se forem adquiridas na mesma localização do sistema de energia, então podem ser ligadas, de preferência, às entradas de neutro correspondentes de uma função de Medidas Trifásicas (consultar a secção 5.27 - Medidas trifásicas).



O número de valores medidos calculados depende da configuração específica da entrada. Alguns valores de saída poderão não estar disponíveis se necessitarem de uma entrada que não esteja presente na configuração.

Processo de Medição

A função avalia periodicamente os canais analógicos configurados e atualiza todas as saídas de valor medidas que são possíveis calcular. O processo de medida é executado de acordo com a sequência seguinte:

- ◆ Os canais analógicos são, antes de mais, compensados pelos erros de amplitude e ângulo de fase determinísticos no circuito de medição da TPU T450, utilizando-se os fatores resultantes do processo de calibração executado em fábrica.
- ◆ As várias quantidades são calculadas com base nas entradas calibradas.
- ◆ Para cada saída é obtida uma média dos valores medidos para vários intervalos de tempo consecutivos, a fim de eliminar erros não determinísticos. As saídas são fornecidas em intervalos de um segundo.
- ◆ Se for configurada para tal, algumas medidas podem ser monitorizadas e informações adicionais relativas ao intervalo de amplitude fornecidas (consultar a subsecção 4.1.2 - Entidades de Medida para obter mais detalhes).

Informações de Amplitude e Fase

Todos os valores medidos correspondem a um valor RMS da componente fundamental (informações de fasor). A amplitude de todas as grandezas é fornecida em valores primários, tendo em consideração o rácio correspondente do TI ou do TT, que deve ser configurado no canal analógico apropriado (consultar a subsecção 4.4.3 - Canais).

Para algumas quantidades, o ângulo de fase é calculado além da amplitude correspondente. As informações de fase desta função podem ser diretamente comparadas com os valores medidos a partir de outras funções, uma vez que uma entrada analógica específica é utilizada como ângulo de fase de referência para todas as funções integradas no dispositivo (consultar a subsecção 4.4.1 - Configuração Física).

Orientação da Entrada Analógica

A polaridade do TI ou do TT é diretamente definida no canal ligado à entrada de uma 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 para o objeto do sistema de energia.

Para uma maior flexibilidade, a convenção direcional utilizada pela função de Medidas Monofásicas para valores de potência ativa e reativa pode ser revertida relativamente à convenção utilizada (para o objeto do sistema de energia) por todas as outras funções. Isto pode ser feito através da alteração do parâmetro **InvertOrientation** para **ON**.

Medidas de Corrente

As informações relativas à amplitude e ao ângulo de fase são fornecidas para o sinal de corrente contido no canal analógico correspondente.

Medidas de Tensão

As informações relativas à amplitude e ao ângulo de fase são fornecidas para o sinal de tensão contido no canal analógico correspondente.

Medidas de Potência

Quando tanto as entradas de corrente como de tensão estão disponíveis, a potência é calculada em dois casos: se for uma tensão fase-neutro e corresponder à mesma fase que o sinal de corrente; se ambas forem quantidades de enutro. Neste último caso, a seguinte fórmula corresponde à potência residual.

$$\bar{S} = \bar{U} \cdot \bar{I}^* \quad (5.70)$$

Além da potência aparente, estão também disponíveis medidas de potência real e reativa e de fatores de potência.

$$P = \text{Re}\{\bar{S}\} \quad (5.71)$$

$$Q = \text{Im}\{\bar{S}\} \quad (5.72)$$

$$S = |\bar{S}| = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5.73)$$

$$\cos \varphi = P/S \quad (5.74)$$

O sinal da medição de fatores de potência é atribuído de acordo com uma das duas convenções possíveis: se o parâmetro **PowerFactorSign** tiver o valor **ACTIVE POWER**, o sinal de fatores de potência é o sinal da medida de potência ativa correspondente (convenção IEC); se o parâmetro **PowerFactorSign** tiver o valor **LEAD/LAG**, o sinal de fatores de potência é positivo quando as medidas de potência ativa e reativa correspondentes têm sinais opostos (convenção IEEE).

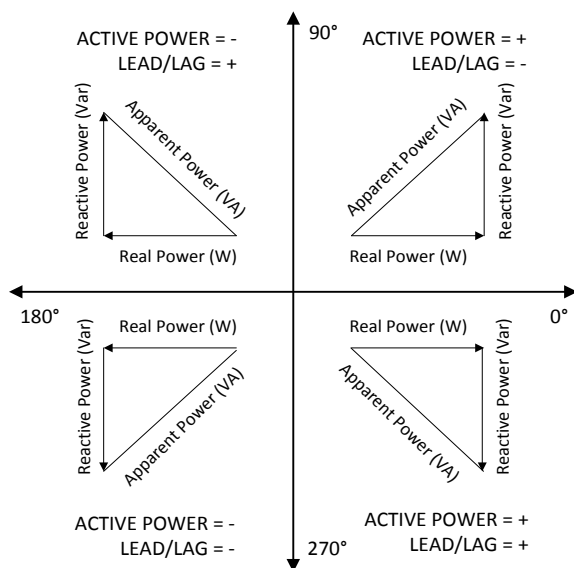


Figura 5.34. Convenções de sinal de fatores de potência.

Medidas de Impedância

A impedância é calculada a partir dos sinais de corrente e de tensão, se ambos estiverem disponíveis, em dois casos: se se tratar de uma tensão fase-neutro e corresponder à mesma fase que o sinal de corrente; ou se ambas forem quantidades de neutro.

$$\bar{Z} = \bar{U} / \bar{i} \tag{5.75}$$

Medidas de Frequência

A frequência é calculada através de um método independente durante o processo de estimativa de sinal analógico. É calculada para cada canal analógico (corrente ou tensão) independentemente. Ao atualizar a saída de função correspondente, um dos canais de entrada é selecionado automaticamente pela função. Se tanto as entradas de corrente como as entradas de tensão estão ligadas, a frequência é sempre obtida a partir do canal de tensão, devido à maior estabilidade dos sinais de tensão.

Condição da Função

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

- ♦ Todas as entradas estão desligadas (não há canais analógicos associados a I e U).

A função opera com possíveis limitações e a sua saída **Health** é definida para o estado de Aviso se:

- ♦ Há canais analógicos associados às entradas I e U, mas não há informações suficientes para calcular a potência (por exemplo, os sinais de corrente e de tensão correspondem a fases diferentes).

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.28.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.94 e na Tabela 5.95, respetivamente.

Tabela 5.94. Entradas da função de Medidas Monofásicas.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CH	-	Corrente

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
U	U	ANL CH	-	Tensão

Tabela 5.95. Saídas da função de Medidas Monofásicas.

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
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

5.28.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.96.

Tabela 5.96. Parâmetros da função de Medidas Monofásicas.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
InvertOrientation	Inverter Orientação	OFF / ON	OFF	Inverter a orientação das potências
PowerFactorSign	Sinal do fator de potência	POTÊNCIA ATIVA / LEAD/LAG	POTÊNCIA ATIVA	Sinal do fator de potência

5.29 CONTAGEM TRIFÁSICA

5.29.1 INTRODUÇÃO

A função de Contagem Trifásica calcula a energia num sistema de energia trifásico, a partir das entradas de corrente e de tensão c.a. da TPU T450. Os valores medidos disponíveis têm uma exatidão muito elevada. No entanto, não se recomenda a sua utilização para efeitos de faturação porque os núcleos externos do TI, que estão ligados às entradas da TPU T450, não são normalmente adequados para este tipo de aplicação. É geralmente necessário um conjunto de contadores separados.

Os contadores de energia fornecidos pela TPU T450 servem principalmente para a validação dos valores medidos calculados por dispositivos dedicados e para complementar outras informações disponíveis do sistema de energia. Pode aceder-se aos mesmos na HMI Local ou no servidor Web incorporado. Também podem ser configurados para serem reportados à estação e a níveis de controlo remoto através de um protocolo de comunicação ou para serem entradas de esquemas lógicos definidos pelo utilizador.

5.29.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função de Contagem Trifásica aceita um máximo de três correntes fásicas (entrada I da função) e três tensões fase-neutro ou fase-fase (entrada U), mas também são possíveis outros cenários de configuração com menos sinais analógicos, permitindo a sua aplicação flexível em qualquer esquema de ligação de TI ou TT.



Só são aceites como configurações válidas as combinações de canais analógicos dos quais a potência trifásica possa ser derivada. A Tabela 5.97 apresenta a lista de casos possíveis.

A potência trifásica exata só está disponível nos dois primeiros casos listados; os últimos dois casos só fornecem o valor exato se partirmos do princípio que o sistema está a funcionar em condições perfeitamente simétricas.

Tabela 5.97. Potência trifásica para cálculo de energia.

Sinais de tensão (disponível)	Sinais de corrente (obrigatório)	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-neutro 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 estiverem disponíveis, de acordo com a ligação de Aron (semelhante 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 estiver disponível (semelhante a U_{BC} ou U_{CA})
U_A	I_A	$p = 3 \cdot u_A \cdot i_A$	Se apenas uma tensão fase-neutro estiver disponível (semelhante a U_B ou U_C)

Contadores de Energia

Os contadores de energia são calculados através da integração da potência trifásica no tempo. Os valores de energia ativa e reativa estão disponíveis, para o sentido frente (ou seja, a procura), assim como para trás (ou seja, o fornecimento). A potência na direção da procura é incrementada sempre que o valor de potência correspondente é positivo; a potência na direção de fornecimento é incrementada sempre que o valor de potência correspondente é negativo. São também fornecidos valores de energia ativa e reativa total, de acordo com (5.76) e (5.77), bem como a potência aparente total, obtida através da integração da potência aparente instantânea.

$$E \text{ Total Ativa} = E \text{ Frente Ativa} + E \text{ Trás Ativa} \quad (5.76)$$

$$E \text{ Total Reativa} = E \text{ Frente Reativa} + E \text{ Trás Reativa} \tag{5.77}$$

(5.77)

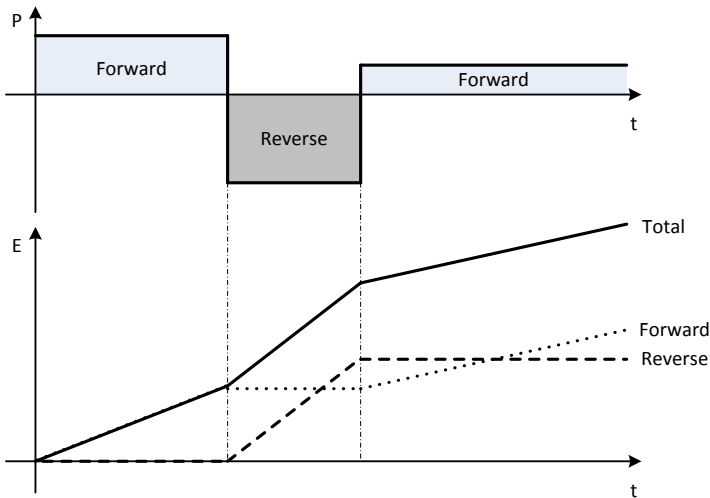


Figura 5.35. Valores de energia total, frente e trás.

Com as convenções acima descritas, todos os contadores de energia estão sempre positivos. Os valores instantâneos estão disponíveis em contadores de 64 bits, os quais permitem a representação de números muito grandes (consultar a subsecção 4.1.2 - Entidades de Medida para mais detalhes).

As entradas calibradas são utilizadas no processo de contagem que permite a compensação de erros de amplitude e de ângulo de fase determinísticos no circuito de medição da TPU T450.

Orientação da Entrada Analógica

A polaridade do TI ou do TT é diretamente definida no canal ligado à entrada de uma 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 para o objeto do sistema de energia.

Para uma maior flexibilidade, a convenção direcional utilizada pela função de Contagem Trifásica para valores de energia ativa e reativa (ou potência) pode ser revertida relativamente à convenção utilizada por todas as outras funções (para o objeto do sistema de energia). Para isso, deve alterar a configuração do parâmetro **InvertOrientation** para **ON**; pode ser útil, por exemplo, no caso de enrolamento secundário de transformadores de potência, quando a direção pretendida para as funções de proteção é para o transformador, mas para fora do transformador para efeitos de contagem da potência (para o barramento, ou seja, na direção da carga). Isto é ilustrado na Figura 5.36.

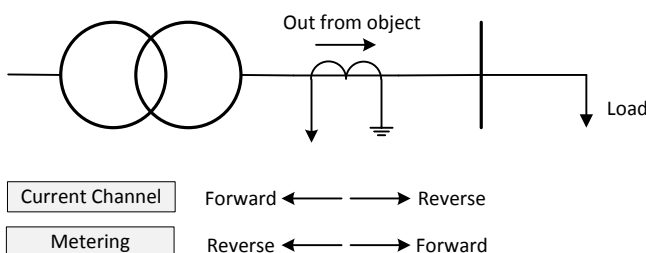


Figura 5.36. Inversão da direção para a função de contagem.

Controlo sobre Contagem

O processo de contagem pode ser interrompido e reiniciado através da emissão de ordens de controlo sobre a entidade **StartMeter**. Também é possível reiniciar todos os valores de potência executando um controlo sobre **ResetMeter**.

Estas duas entidades fornecem um controlo adicional sobre a função de contagem, permitindo ao utilizador apagar todos os valores de potência após a colocação em serviço do dispositivo e desativar o processo de contagem durante os procedimentos de teste e manutenção.

Condição da Função

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

- ◆ Não houver nenhum canal analógico associado às entradas **I** ou **U**;
- ◆ A potência trifásica não pode ser calculada a partir de canais analógicos associados às entradas **I** e **U** (ou seja, I_A e U_B).

Caso contrário, a configuração é válida e a função opera em consonância.

5.29.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.98 e na Tabela 5.99, respetivamente.

Tabela 5.98. Entradas da função de Contagem Trifásica.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
I	I	ANL CAN	-	Correntes de fase
U	U	ANL CAN	-	Tensões de fase

Tabela 5.99. Saídas da função de Contagem Trifásica.

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
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 da contagem de energia

5.29.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.100.

Tabela 5.100. Parâmetros da função de Contagem Trifásica.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
InvertOrientation	Inverter Orientação	OFF / ON	OFF	Inversão de polaridade de TI

5.30 OSCILOGRAFIA

5.30.1 INTRODUÇÃO

A função Oscilografia é responsável pelo registo de formas de onda de tensão e de corrente, bem como por transições de estado de sinais digitais relacionadas, sempre que ocorre um defeito num sistema de energia, de modo a que estejam disponíveis para uma análise pós-defeito. Um registo também pode ser disparado por outros eventos que dão origem a dados transitórios do sistema de energia, como comandos de fecho do disjuntor.

Um registo detalhado de uma oscilografia revela-se muito útil durante a análise pós-defeito. Pode ser necessário distinguir entre a causa e o efeito, sendo um recurso valioso para ajudar a identificar o tipo de defeito e potenciais falhas ou modos de operação defeituosa do sistema de proteção. Se os efeitos de um defeito se propagarem por uma vasta área, os registos de oscilografia de várias localizações diferentes também podem ajudar a determinar a localização do defeito.

A função Oscilografia também pode ser disparado manualmente, permitindo a sua utilização para verificar as ligações do TI e do TT e uma orientação adequada do TI para outras funções de proteção e de controlo. A função também pode ser utilizada para aceder, a qualquer momento, ao estado do sistema de energia e para detetar determinadas condições anómalas de circuitos de medição analógicos durante o normal funcionamento do sistema.

5.30.2 MÉTODO DE OPERAÇÃO

A função Oscilografia pode ser ativado através da alteração do parâmetro (parâmetro **Operation**). Esta função tem a capacidade de registar até 96 sinais digitais e todas as entradas analógicas c.a. suportadas pelo dispositivo. Estes registos são armazenados através do Formato Padrão Comum para Troca de Dados Transitórios da IEEE (COMTRADE) para Sistemas de Energia.

Entradas e Disparos

Os parâmetros a serem configurados na função estão relacionados com a fonte de disparo e os intervalos de registo. O **TriggerSource** pode ser definido como **INTERNAL** (se um novo registo for disparado de acordo com as transições de estado ou as variações de amplitude das suas entradas digitais e analógicas, respetivamente), **EXTERNAL** (se um novo registo for disparado como o resultado de uma ordem externa, por exemplo, um disparo manual) ou **BOTH**, ou seja, ambos.

O disparo manual pode ser configurado através da HMI ou do protocolo de comunicação (como, por exemplo, IEC 61850). Também pode ser emitido pelo Servidor Web incorporado e pelo conjunto de ferramentas Automation Studio. Em alternativa, o disparo externo pode ter origem automática, se for emitido a partir de um esquema de lógica definido pelo utilizador.

O utilizador pode desativar todos os disparos internos sem desativar toda a função; isto pode ser útil durante os testes de simulações ou outros.

O IED é capaz de registar até 96 sinais digitais configurados pelo utilizador (nas entradas **Binaryx** da função, $x = 1$ a 96). O estado inicial e as transições correspondentes de estado de todas as entradas digitais configuradas são registadas quando ocorre uma oscilografia na rede. O utilizador também pode definir qualquer entrada digital como fonte de disparo; só tem de escolher o nível de disparo adequado (no parâmetro **TriggerValuex** correspondente), a partir das duas opções possíveis: **POSITIVE** (disparo no flanco ascendente) e **NEGATIVE** (disparo no flanco descendente).

A função também é capaz de registar todas as entradas analógicas c.a. do IED, as quais devem corresponder aos canais analógicos associados às entradas **Analoguex**, $x = 1$ a 24. Para cada canal de tensão ou corrente trifásica, a tensão ou corrente residual calculada é também registada. O utilizador também pode definir qualquer entrada analógica como fonte de disparo, configurando os seus níveis de disparo elevados ou baixos (nos parâmetros **HighTrgLev_x** e **LowTrgLevel_x** correspondentes) para um valor diferente de zero. Os níveis são definidos em valor de RMS, e dependem do tipo de entrada (Tabela 5.101).

Tabela 5.101. Níveis de disparo para tipos de entradas analógicas c.a.

HighTrgLev / LowTrgLev	Gama	Unidade
Correntes	0,0 - 999999,9	A

HighTrgLev / LowTrgLev	Gama	Unidade
Tensões	0,0 - 999999,9	kV

O disparo analógico é determinado com base no valor pico-a-pico do sinal durante um período da frequência fundamental. Este método tem uma maior imunidade ao desvio de c.c. no sinal de entrada e permite uma resposta mais rápida pela função.

Tempo de Registo e Memória

A função de Registo de Oscilografia tem as seguintes características (Tabela 5.102):

Tabela 5.102. Características do Registo de Oscilografia.

Frequência da Rede	50 Hz	60 Hz
Taxa de Amostragem	4000 S/s	4800 S/s
Amostras/Ciclo	80	
Máx. Registos	250	
Máx. PreFaultTime	500 ms	
Máx. PostFaultTime	2 s.	
Máx. MaxTime	10 s.	

Os tempos de registo (**PreFaultTime**, **PostFaultTime** e **MaxTime**) podem ser ajustados pelo utilizador nos parâmetros do Registo de Oscilografia (Figura 5.37). Estes parâmetros já estão definidos por defeito, mas podem ser redefinidos com base nos sinais ligados e nos tipos de oscilografia a serem registados. A duração máxima do registo corresponde a **PreFaultTime** mais **MaxTime**.

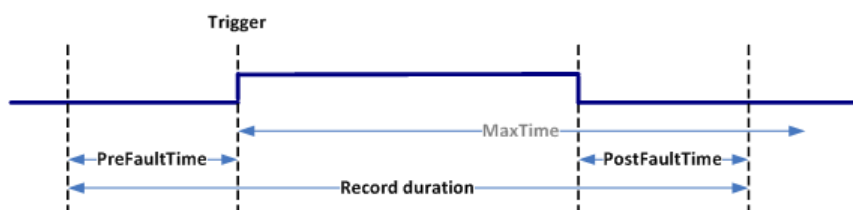


Figura 5.37. Tempos de registo.

A função tem um parâmetro extra (**Retrigger**), utilizado para ignorar o temporizador pós-defeito quando um novo disparo ocorre antes do tempo ter decorrido, armazenando desta forma todos os eventos sucessivos num único ficheiro (Figura 5.38).

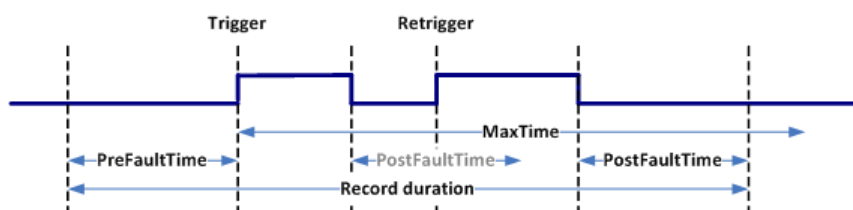


Figura 5.38. Tempos de registo com condição de novo disparo.

O modo de operação acima indicado aplica-se ao OR lógico de todas as condições internas de disparo configuradas. No caso de um disparo externo, a duração do registo pode ser configurada independentemente pelo utilizador no parâmetro **ManualTrgTime**.

O IED tem uma capacidade máxima de armazenamento de 250 registos. O número real de registos armazenados depende da duração de cada um (de acordo com a Figura 5.39) e, na pior das hipóteses, o dispositivo é capaz de armazenar, pelo menos, 50 registos sem apagar ficheiros mais antigos.

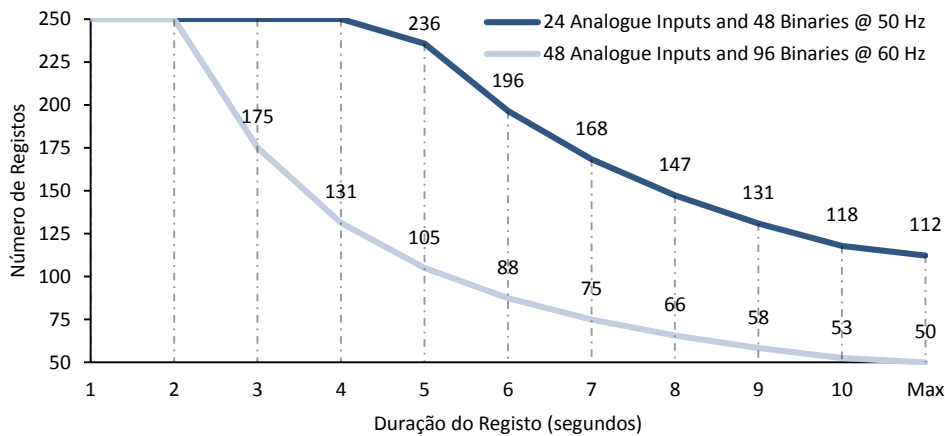


Figura 5.39. Capacidade de memória do Registo de Oscilografia.

Saídas e Controlos

Cada vez que é disparado, o Registo de Oscilografia atualiza o valor de várias entidades, nomeadamente:

- ◆ **Trigger**: Este controlo é utilizado para emitir um disparo manual; o seu estado é **TRUE** quando um novo disparo digital, analógico ou manual é detetado.
- ◆ **ChannelTriggered**: Esta saída indica que uma ou mais entradas estão em condição de disparo.
- ◆ **RecordStarted**: Esta saída indica que o registo começou e que está em curso.
- ◆ **RecordEnd**: Esta saída indica que a função acabou de gerar um novo ficheiro de Registo de Oscilografia que já está disponível para leitura.
- ◆ **MemoryClear**: Este controlo é utilizado para apagar todos os ficheiros de Registo de Oscilografia; o seu estado é **TRUE** quando a memória está vazia.
- ◆ **MemoryUsed**: Informação da percentagem de memória utilizada.
- ◆ **RecordNumber**: Número do último ficheiro de Registo de Oscilografia gravado na memória.

5.30.3 INTERFACE

As entradas e saídas correspondentes à interface da função são listadas na Tabela 5.103 e na Tabela 5.104, respetivamente.

Tabela 5.103. Entradas da função do Registo de Oscilografia.

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
Analogue1	Analógica 1	ANL CH	-	Canal analógico 1
...	...	ANL CH	-	...
Analogue24	Analógica 24	ANL CH	-	Canal analógico 24
Binary1	Digital 1	DIG	1	Canal digital 1

Identificador	Título	Tipo	Mlt	Descrição
...	...	DIG	1	...
Binary96	Digital 96	DIG	1	Canal digital 96

Tabela 5.104. Saídas da função de Registo de Oscilografia.

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
Trigger	Disparo	DIG CTRL	-	Arranque manual
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	-	Percentagem de memória usada
RecordNumber	Número Registo	INT	Sim	Número do último registo

5.30.4 PARAMETRIZAÇÃO

Os parâmetros da função são listados na Tabela 5.105.

Tabela 5.105. 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	Rearranque	OFF / ON	OFF	Continuação da gravação
PreFaultTime	Tempo Pré-Defeito	[50..500] ms.	100	Tempo de pré-defeito do registo
PostFaultTime	Tempo Pós-Defeito	[50..2000] ms.	200	Tempo de pós-defeito do registo
MaxTime	Tempo Máximo	[200..10000] ms.	3000	Duração máxima do registo
ManualTrgTime	Tempo Máx 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	...
HighTrgLev24	Limiar Alto 24	[0,0..999999,9]	999999,9	Limiar alto de arranque do canal analógico 24

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
LowTrgLev1	Limiar Baixo 1	[0,0..999999,9]	0,0	Limiar baixo de arranque do canal analógico 1
...	...	[0,0..999999,9]	0,0	...
LowTrgLev24	Limiar Baixo 24	[0,0..999999,9]	999999,9	Limiar baixo de arranque do canal analógico 24
TriggerValue1	Opção Arranque 1	POSITIVO / NEGATIVO / NENHUM	NENHUM	Opção de arranque do canal digital 1
...	...	POSITIVO / NEGATIVO / NENHUM	NENHUM	...
TriggerValue96	Opção Arranque 96	POSITIVO / NEGATIVO / NENHUM	NENHUM	Opção de arranque do canal digital 96

A gray square graphic containing the text 'Capítulo' in black and the number '6' in large white font.

COMUNICAÇÕES

Este capítulo descreve os vários protocolos de comunicação suportados pela TPU T450. 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 T450 são sucintamente descritas numa secção introdutória.

ÍNDICE

6.1 INTERFACES DE COMUNICAÇÃO 6-3

Número total de páginas do capítulo: 7

6.1 INTERFACES DE COMUNICAÇÃO

A TPU T450 suporta até quatro protocolos de comunicação simultaneamente, de acordo com o código de encomenda definido do produto. Qualquer protocolo de comunicação disponível na TPU T450 pode ser livremente associado pelo utilizador a qualquer porta de comunicação, desde que sejam tidas em conta as restrições específicas de cada protocolo.

Nesta secção, as diferentes interfaces de comunicação e as opções de meios físicos disponíveis são sucintamente descritos.

6.1.1 PORTAS SÉRIE

A TPU T450 suporta até três portas série independentes, acessíveis no seu painel traseiro.

As portas (COM1, COM2 e COM3) têm quatro opções de configuração: RS-232 ou RS-485 (ambas para interfaces de rede de cobre), fibra ótica de vidro ou de plástico. A opção para cada porta é escolhida no código de encomenda do produto. Consultar a subsecção 2.4.9 - Portas Série para mais detalhes.

Todos os parâmetros habituais da porta série podem ser configurados para cada porta independentemente. A Tabela 6.1 lista esses parâmetros e os seus intervalos de configuração.

Tabela 6.1. Parâmetros de configuração da porta série.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Type	Tipo	RS-232 / RS-485	RS-232	Tipo de interface
Baudrate	Velocidade Transmissão	600 / 1200 / 2400 / 3600 / 4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600	9600	Velocidade de transmissão
DataBits	Bits Dados	7 DATA BITS / 8 DATA BITS	8 BITS DE DADOS	Número de bits de dados
StopBits	Bits Paragem	1 STOP BIT / 2 STOP BITS	1 STOP BIT	Número de bits de paragem
Parity	Paridade	NENHUM / PAR / ÍMPAR	NENHUM	Paridade
RTSCTS	RTS CTS	OFF / ON	OFF	Controlo do fluxo

A gestão da interface de série é independente do valor do parâmetro **Type**. Quando **RS-232** é selecionada, uma opção adicional de controlo de fluxo pode ser ativada através da configuração do parâmetro **RTSCTS**. Este parâmetro não tem qualquer efeito quando a porta série **RS-485** é selecionada.



A alteração do parâmetro **Type** não é suficiente para definir o tipo de interface da porta série. A configuração de um hardware específico, conforme descrito na subsecção 2.4.9 - Portas Série, também deve ser alterada.

O valor do parâmetro deve corresponder à configuração do hardware, conforme definido no código de encomenda do dispositivo.

Quando uma interface de fibra ótica está disponível, a opção **RS-232** deve ser configurada no parâmetro **Type**.

Os parâmetros descritos abaixo também estão disponíveis como entidades específicas às quais se podem aceder através de qualquer interface de diagnóstico, como na Tabela 6.2.

Tabela 6.2. Informações da porta série.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
Type	Type	INT	-	Tipo de interface
Baudrate	Velocidade Transmissão	INT	-	Velocidade de transmissão
DataBits	Bits Dados	INT	-	Número de bits de dados
StopBits	Bits Paragem	INT	-	Número de bits de paragem
Parity	Paridade	INT	-	Paridade
RTSCTS	RTS CTS	DIG	-	Controlo do fluxo
Link	Ligação	DIG	-	Estado de ligação de porta série

A entidade **Link** indica o estado da corrente das comunicações através da interface. Está ativa sempre que há mensagens enviadas e recebidas através da porta série.

6.1.2 PORTA IRIG-B

A última porta, COM4, disponível na parte traseira do IED, é reservada para a rede de sincronismo dedicado IRIG-B. Esta porta pode ser em cobre galvanizado ou de fibra ótica, conforme escolhido no código de encomenda do produto.

6.1.3 INTERFACE DE ACESSO LOCAL

A TPU T450 fornece uma porta Ethernet, no painel frontal, para efeitos de diagnóstico, manutenção e configuração. Esta porta não pode ser utilizada para comunicação remota com um Centro de Comando. Esta porta tem uma interface de cobre 10/100BASE-TX. Consultar a subsecção 2.4.8 - 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 destina-se ao acesso local ao dispositivo, por exemplo, para ligação a um portátil.



A porta Ethernet do painel frontal deve ser totalmente independente das suas interfaces da Ethernet da parte traseira. Para que isso seja possível, os endereços IP e as subnet masks das duas portas traseiras devem ser convenientemente configurados de modo a que estas duas interfaces estejam em sub-redes completamente separadas da interface do painel frontal.

A configuração fixa descrita acima também está disponível em entidades específicas às quais se pode aceder através de qualquer interface de diagnóstico, como na Tabela 6.3.

Tabela 6.3. Informações da interface de serviço.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
IPAddress	Endereço IP	TEXT	-	Endereço IP
SubnetMask	Subnet Mask	TEXT	-	Subnet mask

6.1.4 PORTA ETHERNET

A TPU T450 fornece três portas Ethernet traseiras que podem ser utilizadas para comunicação remota com um Centro de Comando ou para outras finalidades (por exemplo, configuração do dispositivo ou recuperação dos dados de oscilografia). Estas portas têm duas opções de configuração: interface de rede cobre 10/100BASE-TX ou interface de rede de fibra ótica 100BASE-FX. Consultar a subsecção 2.4.7 - Ligações de Rede de Área Local para mais detalhes.

Tabela 6.4. Informações da porta Ethernet.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
MACAddress	Endereço MAC	TEXT	-	Endereço MAC
Links > Optical	Ligações > Óticas	DIG	-	Estado da ligação de interface de fibra ótica
Links > Copper	Ligações > Cobre	DIG	-	Estado de ligação da interface de cobre

A entidade **MACAddress** indica o valor do endereço MAC da interface de Ethernet. Este único identificador é registado no dispositivo na fábrica e não pode ser alterado mais tarde.

As entidades **Links > Optical** e **Links > Copper** indicam o estado da corrente das comunicações através da porta. Apenas uma das saídas é válida a cada intervalo de tempo, dependendo da interface que está ligada. Essa entidade está ativa sempre que há atividade de ligação na interface da Ethernet.

6.1.5 REDES ETHERNET

As redes lógicas devem ser associadas às portas Ethernet físicas quando são definidas e ativadas. Existem dois tipos de redes: independente e redundante. Todos os parâmetros e informações relacionados com as redes lógicas são apresentadas na Tabela 6.5, Tabela 6.6, Tabela 6.7, Tabela 6.8, Tabela 6.9, Tabela 6.10 e Tabela 6.11.



As três portas Ethernet traseiras podem ser operadas como duas interfaces de rede totalmente independentes, tendo uma redundância e a outra não. A rede redundante deve ser associada às portas ETH1 e ETH2 e a rede não redundante (rede independente) deve ser associada à porta ETH3. Para que isso seja possível, os endereços IP e as subnet masks correspondentes devem ser convenientemente configurados de modo a que as duas redes estejam em sub-redes totalmente separadas.

Tabela 6.5. Parâmetros de configuração da rede independente.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Ethernet	Ethernet	ETH3	-	Porta Ethernet associada à rede
DHCP	DHCP	OFF / ON	OFF	DHCP ativo

Tabela 6.6. Parâmetros de configuração da rede redundante.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
EthernetSlave1	Ethernet escravo 1	ETH1/ETH2	-	Escravo da primeira porta Ethernet associado à rede
EthernetSlave2	Ethernet escravo 2	ETH1/ETH2	-	Escravo da segunda porta Ethernet associado à rede
DHCP	DHCP	OFF / ON	OFF	DHCP ativo

Tabela 6.7. Parâmetros de configuração da VLAN das redes.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Identifier	Identificador	[1...4095]	1	Identificação da rede virtual de área local
Priority	Priority	[0...7]	0	Prioridade da rede virtual de área local
DHCP	DHCP	OFF / ON	OFF	DHCP ativo



A opção **DHCP** não está disponível para a operação em tempo de execução e não é recomendada em geral. Deve antes utilizar-se uma configuração de rede fixa, definindo-se os parâmetros **IPAddress**, **SubnetMask** e **DefaultGateway**.

Tabela 6.8. Informações da 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 de IP.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
IPAddress	Endereço IP	Máx. 16 carac.	0.0.0.0	Endereço IP
SubnetMask	Subnet Mask	Máx. 16 carac.	255.255.255.255	Subnet mask

Tabela 6.10. Informações de IP.

Identificador	Título	Tipo	NV	Descrição
IPAddress	Endereço IP	TEXT	-	Endereço IP
SubnetMask	Subnet Mask	TEXT	-	Subnet mask

Tabela 6.11. Parâmetros de configuração de tráfego.

Identificador	Título	Gama	Valor de fábrica	Descrição
Destination	Destino	Máx. 16 carac.	0.0.0.0	Destino de tráfego de pacotes de dados para um anfitrião específico (por exemplo, 192.168.1.3) ou uma sub-rede específica (192.168.1.0) ou por defeito (por exemplo, 0.0.0.0)
SubnetMask	Subnet Mask	Máx. 16 carac.	255.255.255.255	Permite restringir o intervalo de configuração do destino para um anfitrião específico (por exemplo, 255.255.255.255), uma sub-rede específica (por exemplo, 255.255.255.0) ou para qualquer um (por exemplo, 0.0.0.0).
Gateway	Gateway	Máx. 16 carac.	0.0.0.0	Encaminha os pacotes de dados para o endereço IP da gateway definida (por exemplo, 192.168.1.254) ou por defeito (por exemplo, 0.0.0.0).



Só pode ser definida uma Gateway por omissão no IED. Para a definir, basta escolher a rede na qual deve estar e configurar o endereço IP do gateway, sendo os endereços IP de Destino e de Subnet Mask definidos para 0.0.0.0.



Se o dispositivo nunca tiver sido configurado pelo utilizador, a configuração de fábrica é carregada por defeito e as interfaces da rede devem ser configuradas pelo Automation Studio, acedendo-se através da porta de acesso local (porta Ethernet frontal) que tem o endereço IP fixo 192.168.0.100.

Se uma configuração do utilizador for rejeitada, a configuração de fábrica será restaurada. Se a interface da rede já tiver sido configurada, os parâmetros são mantidos. Isto permite um acesso contínuo ao dispositivo, a fim de restabelecer a configuração do utilizador.

As informações descritas acima estão disponíveis em entidades específicas às quais se pode aceder através de qualquer interface de diagnóstico (por exemplo, Servidor Web).



OPERAÇÃO

Este capítulo fornece uma descrição detalhada das operações disponíveis na TPU T450 e do 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 possui a opção de serem realizadas por diferentes meios de interface, sejam eles HMI Local, Servidor Web ou a ferramenta Automation Studio. Sublinha-se que ao longo deste capítulo os exemplos para os menus no HMI Local são de uma opção de exibição alfanumérica e não gráfica, no entanto, as informações apresentadas são as mesmas para ambas.

Devido ao desenvolvimento contínuo da TPU T450, a organização e as informações atualmente disponíveis neste capítulo poderão não refletir as versões de firmware mais recentes. As inconsistências que possam surgir serão resolvidas aquando de cada nova revisão do manual.

ÍNDICE

7.1 GESTÃO DE UTILIZADORES	7-3
7.2 CONFIGURAÇÃO DO IDIOMA	7-7
7.3 INFORMAÇÕES SOBRE O DISPOSITIVO	7-8
7.4 CONFIGURAÇÃO DA REDE	7-11
7.5 CONFIGURAÇÃO DA DATA E HORA	7-14
7.6 DIAGNÓSTICO E INFORMAÇÕES DE I/O	7-15
7.7 FUNÇÕES INTEGRADAS - VISUALIZAÇÃO	7-20
7.8 FUNÇÕES INTEGRADAS - CONTROLOS	7-23
7.9 PARÂMETROS OPERACIONAIS	7-24
7.10 GRUPO DE PARÂMETROS ATIVO	7-27
7.11 MODO DE DISPOSITIVO LÓGICO	7-29
7.12 RESTAURAR CONFIGURAÇÕES DE FÁBRICA	7-31
7.13 RESTAURAR PARÂMETROS OPERACIONAIS DE FÁBRICA	7-33
7.14 REGISTO DE EVENTOS	7-34
7.15 RELATÓRIO DE DEFEITOS	7-37
7.16 REGISTO DE OSCILOGRAFIA	7-41
7.17 APAGAR REGISTOS	7-42
7.18 REINICIAR DADOS PERSISTENTES	7-43
7.19 REINICIAR O DISPOSITIVO	7-44
7.20 REINICIAR A HMI LOCAL	7-46
7.21 DIAGNÓSTICO E TESTES	7-47

Número total de páginas do capítulo: 49

7.1 GESTÃO DE UTILIZADORES

7.1.1 HMI

Pode aceder-se ao menu **Security**, ilustrado na Figura 7.1, percorrendo o **Main Menu** até o encontrar. Aqui, é possível iniciar e terminar uma sessão de segurança, bem como alterar uma ID de acesso e uma password.



Figura 7.1. Menu de segurança.

Para uma correta autenticação, deve inserir a ID correta e a password respetiva. A ID é um número de 0 a 9, enquanto a password é composta por 6 números de 0 a 9, que devem ser editados um por um. A Tabela 7.1 mostra quais as permissões para cada acesso de ID, enquanto os acessos de fábrica são apresentados na Figura 7.2 e na Figura 7.3.

Tabela 7.1. Permissões de acesso para cada ID.

Operação	ID Acesso 0	ID Acesso 1	ID Acesso 2
Mudar Opções do Visor	Sim	Sim	Sim
Configuração do Idioma	Sim	Sim	Sim
Configuração da Data e Hora	Visualização apenas	Sim	Sim
Informações de I/O	Sim	Sim	Sim
Configuração da Rede	Visualização apenas	Sim	Sim
Controlos Integrados da Função	Não	Sim	Sim
Configuração dos Parâmetros Operacionais	Visualização apenas	Sim	Sim
Configuração do Grupo de Parâmetros Ativo	Visualização apenas	Sim	Sim
Configuração do Modo de Dispositivo Lógico	Visualização apenas	Sim	Sim
Apagar Registos	Não	Não	Sim
Restaurar Configurações de Fábrica	Não	Não	Sim

Operação	ID Acesso 0	ID Acesso 1	ID Acesso 2
Restaurar Parâmetros Operacionais de Fábrica	Não	Não	Sim
Ações de Registo de Eventos	Visualização apenas	Sim	Sim
Ações de Relatório de Defeitos	Visualização apenas	Sim	Sim
Reiniciar o Dispositivo	Não	Não	Sim
Reiniciar a HMI Local	Sim	Sim	Sim
Testes da HMI Local	Não	Sim	Sim
Testes de I/O digitais	Não	Não	Sim

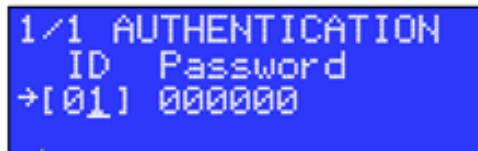
Iniciar Sessão


Para iniciar uma sessão de segurança, seleccione a opção **Authentication** e siga as seguintes etapas:

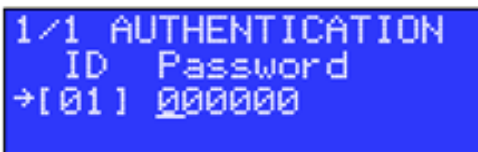
1.  Iniciar edição



2.  Alterar elemento



3.  Passar para o elemento seguinte



4. Repetir os passos 2 e 3 até atingir 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. Pode, em qualquer altura, premir C para cancelar a autenticação. A autenticação também pode ser acionada ao tentar realizar uma ação que requer outra ID de acesso. Neste caso, após uma correta autenticação, será redirecionado para o menu onde estava antes de a autenticação ser necessária.

É importante referir que depois da autenticação, não será necessário fazê-la novamente na mesma sessão.



Figura 7.2. ID Acesso 1.



Figura 7.3. ID Acesso 2.

Alterar Password

Para alterar a password de uma ID de acesso, seleccione a opção **Change Password** e siga os passos indicados para realizar uma autenticação na ID que será alterada. Após uma correta autenticação, será redirecionado para o menu ilustrado na Figura 7.4, onde poderá inserir uma nova password.



Figura 7.4. Menu de Nova Password.

Terminar Sessão

Depois de iniciar uma sessão de segurança, a opção **Quit** estará disponível. Para encerrar a sessão, basta seleccioná-la.



Figura 7.5. Opção Quit.

Se este passo não for efectuado, a sessão termina quando o screensaver activar ou o modo hibernação, caso o screensaver não tenha sido configurado.

7.1.2 SERVIDOR WEB

Atualmente, o Servidor Web só suporta utilizadores predefinidos. Estes são:

- ◆ **Utilizador:** efacec; **Password:** efacec
- ◆ **Utilizador:** admin; **Password:** admin

Após aceder à página de login, conforme descrito na subsecção 3.2.1 - Acesso, insira as credenciais corretas. Se o login for malsucedido, será exibida a mensagem “Wrong user or password!” [Utilizador ou palavra-passe errados]. Caso contrário, será redirecionado para a página principal onde poderá aceder a informações e funcionalidades, desde que tenha permissão para as usar.



Se múltiplas tentativas de acesso sucessivas forem malsucedidas e as credenciais utilizadas forem as corretas e a TPU T450 estiver a funcionar, experimente limpar o histórico do seu navegador e reiniciá-lo antes de tentar novamente.

7.2 CONFIGURAÇÃO DO IDIOMA

7.2.1 HMI

A HMI Local suporta os idiomas inglês, português, espanhol, francês e russo, desde que tenham sido adicionados na configuração. Para mudar de um idioma para outro, percorra o **Main Menu** até encontrar o menu **Display**, ilustrado na Figura 7.6. Aqui, selecione a opção **Language** para ver uma lista de idiomas presentes na TPU T450 (Figura 7.7) e, em seguida, selecione o idioma pretendido premindo a tecla de navegação E.



Figura 7.6. Menu Display [Visualização]

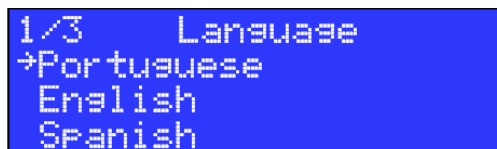


Figura 7.7. Menu de configuração do idioma.

7.2.2 SERVIDOR WEB

O Servidor Web suporta os idiomas inglês, português, espanhol, francês e russo, e a sua seleção depende da configuração do navegador.

7.3 INFORMAÇÕES SOBRE O DISPOSITIVO

Nesta secção, é indicado onde pode aceder a informações importantes relacionadas com a TPU T450, tais como versões de firmware e o tipo e a versão da configuração carregada.

A informação do sistema no arranque e em tempo de execução é registada nos ficheiros de histórico do sistema e de histórico da aplicação. Esses registos são acessíveis a partir da HMI baseada na Web (consultar a secção 7.3.2 - Servidor Web) e pode ser recuperada a partir do dispositivo utilizando o conjunto de ferramentas Automation Studio.

É aconselhável verificar esta informação quando uma nova configuração é implementada ou após uma atualização de firmware para se certificar de que foram realizadas corretamente. Para uma nova configuração, verificar o tipo e a versão da configuração presente na TPU T450 é a forma mais fácil de verificar se a configuração foi aceite. Quando uma configuração é rejeitada, a configuração de fábrica é carregada.

Após uma atualização de firmware, verificar as versões atuais permite validar que o processo foi bem-sucedido.

7.3.1 HMI

Na HMI Local, esta informação está disponível no menu **Informations**, acessível em **Main Menu**. Ao premir a tecla de navegação E e entrar no menu, tem acesso às seguintes informações:

- ◆ **Configuration:** - tipo de configuração (Fábrica ou Utilizador);
- ◆ **Config Version:** - versão da configuração;
- ◆ **Ordering Code:** - código de encomenda da TPU T450;
- ◆ **Serial Number:** - número de série da TPU T450;
- ◆ **Firmware Version:** - versão de pacote de firmware;
- ◆ **Informações Detalhadas:**
 - **CPU Version:** - versão de firmware da CPU;
 - **CPU OS Version:** - versão de firmware do Sistema Operativo da CPU;
 - **HMI Version:** - versão de firmware do HMI Local;
 - **DSP Version:** - versão de firmware do DSP;
 - **FPGA Version:** - programação de hardware e firmware do FPGA;
 - **Versão ARM:** - versão de firmware no ARM;
 - **Versão SO ARM:** - versão de firmware do Sistema Operativo da CPU da ARM.

7.3.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web, esta informação está disponível no menu **About**, sob o menu **Device**.

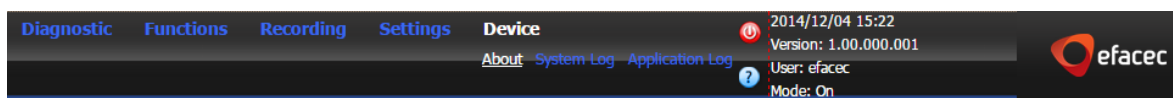


Figura 7.8. Selecionar o menu About [Sobre].

A Figura 7.9 mostra as informações disponíveis neste menu. Note-se que o proprietário, a localização, o nome do sistema de energia e a função dependem da configuração. Os valores aqui apresentados são os valores por defeito.

Information	Value
Device Vendor	Efacec
Device Location	MI
Device Ordering Code	TPU T450-1-1-B-2-C-B-E-E-P-2-3-4-5-XX-5-1-CXXX-A2D2
Device Serial Number	789456
Device Model	TPU T450
Device Hardware Revision	1.00
Device Configuration Version	1.22
Device Configuration Type	User
Device Name	TPU_T450
Device Owner Name	Utility
Power System Name	Bay
Device Role	Protection
Device Software Revision	1.00.003
CPU Software Revision	1.04.003
CPU OS Software Revision	1.02.000
ARM Software Revision	1.01.001
ARM OS Software Revision	1.00.002
HMI Software Revision	1.02.006
DSP Software Revision	1.04.001

Figura 7.9. Menu About [Sobre].

A secção **System Log** apresenta informações sobre todas as operações realizadas no dispositivo. Se houver falhas críticas nalgumas operações do dispositivo, as mensagens são exibidas no histórico do sistema com o nível **CRITICAL** [CRÍTICO] e a cor **vermelha**. As mensagens de nível **ERROR** [ERRO] são exibidas a **laranja** e as mensagens de **WARNING** [AVISO] são exibidas a **amarelo**. Em caso de operação incorreta do IED, a consulta deste histórico é uma ferramenta indispensável para o correto diagnóstico. É apresentado um exemplo de **System Log** [Histórico do Sistema] de operação correta 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 13:29:55.000	BootProgram	Software reboot procedure	1485	1485
INFO	2016/09/30 13:29:53.585	Config	Software Reboot	1626	1631

Figura 7.10. Exemplo de histórico do sistema de arranque correto do dispositivo.

A secção **Application Log** apresenta informações sobre todas as operações realizadas nas funções de aplicação do dispositivo. Se houver falhas críticas nalgumas funções de aplicação do dispositivo, as mensagens geradas são exibidas com o nível **ERROR** e a cor **vermelha**. Os erros de configuração ou parametrização da função são registados como mensagens de nível **WARNING** e são exibidas a **amarelo**. Em caso de operação incorreta do IED, a consulta deste histórico é uma ferramenta indispensável para o correto diagnóstico. É apresentado um exemplo de **Application Log** de operação correta na Figura 7.11.

The screenshot shows the 'Application Log' window with the following data:

Level	Date / Time (UTC)	Title	Id	Description
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.

Figura 7.11. Exemplo de histórico da aplicação de arranque correto do dispositivo.

7.4 CONFIGURAÇÃO DA REDE

7.4.1 HMI

No **Main Menu**, selecione o menu **Communications** e, em seguida, prima a tecla de navegação E para aceder ao menu ilustrado na Figura 7.12.

```

1/2 Communications
  Local Access
  Independent
    
```

Figura 7.12. Menu de comunicações.

Aqui, é possível selecionar o menu **Local Access** para aceder às informações da porta Ethernet frontal ou à rede que foi configurada na(s) porta(s) Ethernet traseira(s). Neste exemplo, mostramos que a rede pode ser configurada como **Independent** (sem redundância) na porta ETH3 ou com os protocolos de redundância **RSTP**, **PRP**, **HSR** ou **Active Backup** nas portas ETH1 e ETH2. Se nenhuma rede foi configurada, só o menu **Local Access** estará disponível.

Acesso Local

O Acesso Local tem uma configuração fixa pelo que, ao selecionar este menu, pode ver um menu não editável com o endereço MAC e os parâmetros da interface. O Endereço IP e a Máscara de Rede serão sempre os indicados na 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 de Acesso Local.

Independente

A informação da porta Ethernet traseira utilizada pela rede está disponível neste menu. A configuração da rede está disponível nos submenus **IPs/Routes** e **Vlans**.

```

1/4 Independent
  MAC:
  > XX:XX:XX:XX:XX:XX
-----
  Ports:
  > ETH3
-----
3/4 Independent
  IPs/Routes
  Vlans
    
```

Figura 7.14. Menu independente.

RSTP, PRP e HSR

A informação das portas Ethernet traseiras 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 do protocolo Rapid Spanning Tree.

<pre> 1/4 PRP MAC: > XX:XX:XX:XX:XX:XX ----- Ports: > ETH1 & ETH2 ----- 3/4 PRP →IPs/Routes Vlans </pre>	<pre> 1/4 HSR MAC: > XX:XX:XX:XX:XX:XX ----- Ports: > ETH1 & ETH2 ----- 3/4 HSR →IPs/Routes Vlans </pre>
--	--

Figura 7.16. Menus dos protocolos Parallel Redundancy e High Availability Seamless Redundancy.

IPs/Routes

As portas Ethernet traseiras podem ser reconfiguradas durante a execução por um utilizador com ID de Acesso 1 ou superior. Os valores atuais para cada configuração são exibidos neste menu (a configuração apresentada abaixo não é válida, sendo apenas utilizada 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 7.17. Menu de Endereço IP e Tráfegos.

Para configurar a rede, realize o procedimento para editar parâmetros na HMI local, descrito na subsecção Edição no Menu da secção 3.1 - HMI Local.



É necessário um nível de ID de Acesso 1 ou superior para alterar esses parâmetros. Se o nível de ID atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando inicia o processo de edição.



É importante, ao configurar a interface Ethernet, não alterar nem confirmar alterações para cada parâmetro de cada vez. Certifique-se de que tudo está corretamente configurado para ambas as interfaces antes de aceitar as alterações para o menu completo.

7.5 CONFIGURAÇÃO DA DATA E HORA

7.5.1 HMI

No **Main Menu** selecione o menu **Date Time Setup**. Ao selecioná-lo será redirecionado para o menu ilustrado na Figura 7.18.



Figura 7.18. Menu de Configuração de Data e Hora.

Aqui pode consultar a data e hora atuais, bem como configurar os seus valores. Para isso, siga o procedimento para editar parâmetros na HMI local, descrito na subsecção Edição no Menu da secção 3.1 - HMI Local.



É necessário um nível de ID de Acesso 1 ou superior para alterar esses parâmetros. Se o nível de ID atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando inicia o processo de edição.

7.5.2 SERVIDOR WEB

O servidor Web só permite a visualização da hora e da data neste ponto.

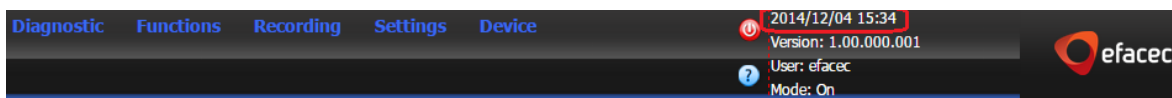


Figura 7.19. Data e Hora no servidor Web.

7.6 DIAGNÓSTICO E INFORMAÇÕES DE I/O

7.6.1 HMI

No **Main Menu**, selecione o menu **IO** e, em seguida, prima a tecla de navegação **E** para aceder ao menu ilustrado na Figura 7.20.

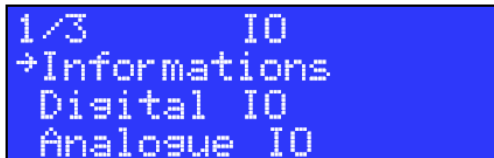


Figura 7.20. Menu de I/O.

Aqui é possível aceder ao menu **Informations**, que contém informações gerais relacionadas com todas as cartas de I/O, tais como:

- ◆ Designação da carta;
- ◆ Número de série;
- ◆ Versão de firmware;
- ◆ Opção da carta;
- ◆ Edição da carta;
- ◆ Versão do hardware;
- ◆ Número de tensões e correntes;
- ◆ Número de entradas e saídas digitais;

Entradas e Saídas Digitais

Acéder ao menu **Digital IO** sem introduzir as credenciais de segurança só permitirá visualizar as informações, pelo que ao seleccionar este menu irá entrar no menu apresentado na Figura 7.21. Seleccionar o menu **Boards** dar-lhe-á acesso a uma lista das cartas digitais presentes na TPU T450 e, a partir daí, ao estado das entradas e saídas digitais da carta.

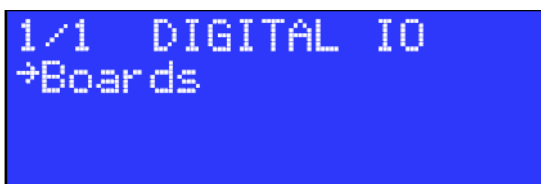


Figura 7.21. Menu de I/O digitais.

No entanto, se realizar a autenticação para a ID de nível 2 no menu **Security**, terá a opção de ativar o modo de teste de I/O, seguindo a sequência descrita na Figura 7.22. Se a TPU T450 entrar em modo de teste, a opção passará de “**Enter Test Mode**” [Entrar Modo de Teste] para “**Exit Test Mode**” [Sair Modo de Teste].

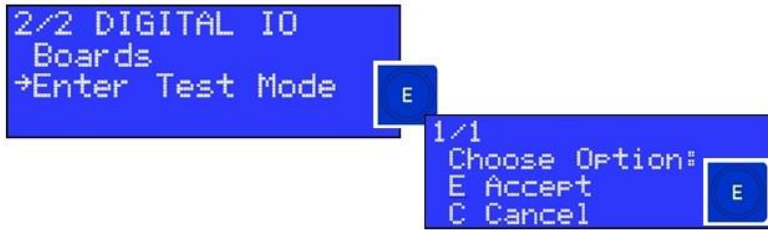


Figura 7.22. Entrar no modo de teste das entradas e saídas digitais.

Se o modo de teste das entradas e saídas digitais estiver ativado, ao entrar no menu **Boards** e, em seguida, ao selecionar uma carta, não só será capaz de visualizar o estado das entradas e saídas digitais, mas também será capaz de forçar o valor de qualquer saída digital. Isto segue o procedimento descrito na subsecção Edição no Menu da secção 3.1 - HMI Local. Depois de aceitar as alterações, se o estado das saídas digitais reflectir os estados introduzidos, a carta está a funcionar corretamente.



Figura 7.23. Mudar estado das saídas da carta MAP8011.

O teste das entradas e saídas digitais também está acessível através do menu **Diagnostic** presente no **Main Menu**. O procedimento para o teste é o mesmo que o descrito acima.



É necessário uma credencial de acesso nível 2 para forçar o estado da saída digital. Se aceder ao menu **IO**, será necessário aceder ao menu **Security** para realizar a autenticação. No entanto, se o acesso for feito através do menu **Diagnostic** será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication**, quando inicia o processo.



Se estiver a forçar o estado das saídas digitais e estas não mudarem após aceitar as alterações, certifique-se de que inseriu o modo de teste.



Ao testar as saídas digitais I/O, não deve ter nada ligado à carta a não ser o equipamento de teste para verificar o estado da saída.



Após terminar o diagnóstico de I/O digitais, deve seleccionar a opção **“Exit Test Mode”** [Sair Modo de Teste] para retomar a operação normal. **Isto irá reiniciar a unidade.**

Entradas e Saídas Analógicas

Ao selecionar o menu **Analogue IO**, será redirecionado para o menu ilustrado na Figura 7.24, onde pode selecionar o menu **Boards** e ver todas as cartas analógicas presentes na unidade, a sua ranhura e nome, ou selecionar o menu **Calibration**.



Figura 7.24. Menu de entradas e saídas analógicas.

Ao selecionar o menu **Calibration** irá obter o estado de calibração para cada carta analógica presente na TPU T450. Na Figura 7.25 e na Figura 7.26 pode ver que uma carta calibrada irá exibir a informação **OK**, e a informação **NOK** se a placa não estiver calibrada.



Figura 7.25. Calibração OK.



Figura 7.26. Calibração NOK.

Ao selecionar uma carta com a indicação **OK** será redirecionado para o menu que exibe os valores nominais para os quais a carta foi calibrada, conforme ilustrado na Figura 7.27. Por outro lado, ao selecionar uma carta **NOK**, será redirecionado para um menu onde é indicada a causa pela qual a carta não está calibrada. Na Tabela 7.2 pode consultar os vários motivos para tal.



Figura 7.27. Submenu de calibração.

Tabela 7.2. Causas de uma carta não calibrada.

NOK	Descrição
Not Calibrated	O dispositivo nunca foi calibrado
Bad File	Erro no ficheiro de calibração
Invalid Version	A versão do ficheiro de calibração não é suportada pelo dispositivo

7.6.2 SERVIDOR WEB

O servidor Web só suporta a visualização das informações referentes às cartas de I/O.

Para acessar a essas informações, selecione o menu **IO**, que é um submenu do menu **Diagnostic**, conforme ilustrado na Figura 7.28.



Figura 7.28. Menu de I/O.

Aqui pode verificar todas as informações relacionadas com entradas e saídas, quer sejam digitais ou analógicas. Para atualizar dados, é necessário selecionar o botão de atualização que aparece na área de conteúdo.

No caso das entradas digitais, para cada carta presente na TPU T450, há três possíveis tabelas, com informações diferentes, que podem ser vistas neste menu. Como visto na Figura 7.29, a primeira tabela contém informações relevantes sobre a própria carta, enquanto a segunda tabela e a terceira têm informações sobre o estado atual das entradas digitais e das saídas digitais, respetivamente. As duas últimas tabelas só são apresentadas se a carta tiver entradas ou saídas digitais.

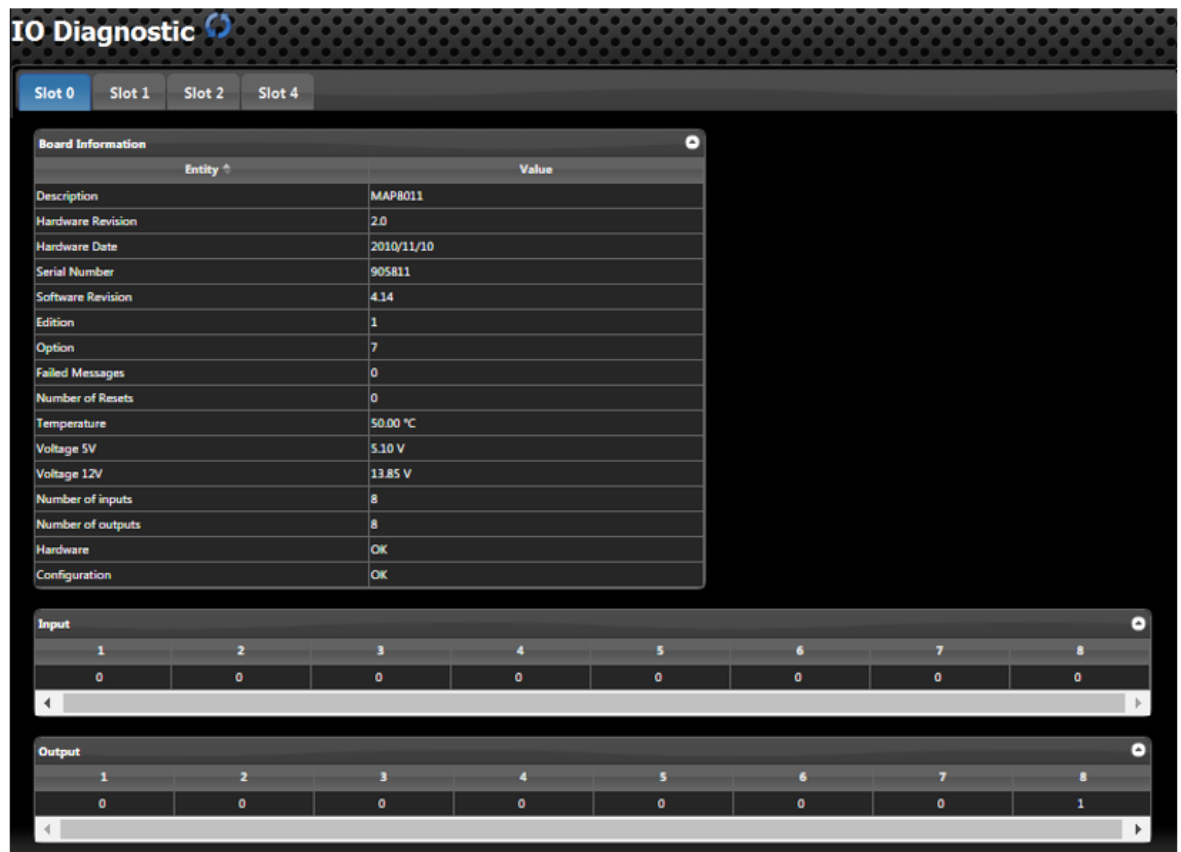


Figura 7.29. Entradas e saídas digitais.

Para as entradas e saídas analógicas, só há uma tabela para cada carta presente na TPU T450, com informações sobre a própria carta, conforme ilustrado na Figura 7.30. Além disso, também 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 7.30. Entradas e saídas analógicas.

7.7 FUNÇÕES INTEGRADAS - VISUALIZAÇÃO

Para funções integradas, existem informações que, pela sua relevância e importância, devem ser facilmente acessíveis para o utilizador. Neste sentido, estas informações foram divididas por função em cinco grupos:

- ◆ **Medidas**

- Diferencial Restrita de Terra
- Medidas Monofásicas
- Diferencial de Transformador
- Medidas trifásicas

- ◆ **Contagem**

- Contagem Trifásica

- ◆ **Registo**

- Registo de Oscilografia

- ◆ **Supervisão**

- Falha de Disjuntor
- Supervisão de Disjuntor
- Supervisão de Seccionador
- Supervisão de TI
- Supervisão de TT
- Sobrecarga com Imagem Térmica
- Supervisão do Circuito de Disparo

- ◆ **Controlo**

- Controlo de Disjuntor
- Controlo de Seccionador
- Bloqueio de Fecho do Disjuntor
- Lógica de Disparo Trifásico

É importante sublinhar que esta divisão é utilizada para o HMI Local, assim como para o servidor Web. Em ambos os casos, cada função integrada é um menu navegável.

7.7.1 HMI

A partir da Figura 7.31 é possível ver que os cinco primeiros menus, no **Main Menu**, correspondem a cada categoria.

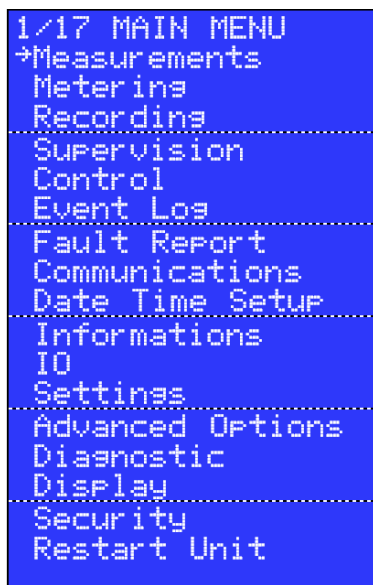


Figura 7.31. Menu principal.

Ao selecionar um desses menus, pode ser confrontado com diferentes *layouts*, uma vez que o formato do menu irá depender da configuração e, por conseguinte, do número de funções presentes na TPU T450.

Como resultado, podemos ter as seguintes situações, dependendo do número de funções presentes:

◆ **Nenhuma função integrada presente:**

Menu “Not Configurad”.



◆ **Mais do que uma função integrada presente:**

Lista de funções: - selecionar uma função dar-lhe-á acesso a todos os dados relevantes dessa função.

7.7.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web, é possível aceder às informações da função integrada através do menu **Functions**.

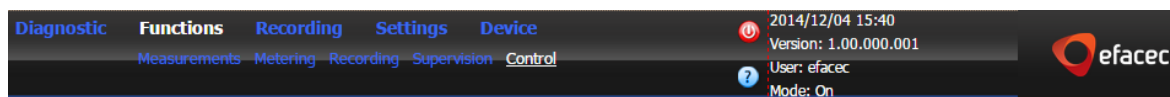


Figura 7.32. Selecionar categoria da função integrada.

Após selecionar uma categoria, terá acesso a uma tabela para cada função. Para atualizar informações, é necessário selecionar o botão de atualização, presente ao lado do título de cada função. Na Figura 7.33 pode ver um exemplo das informações exibidas quando a categoria **Control** é selecionada.

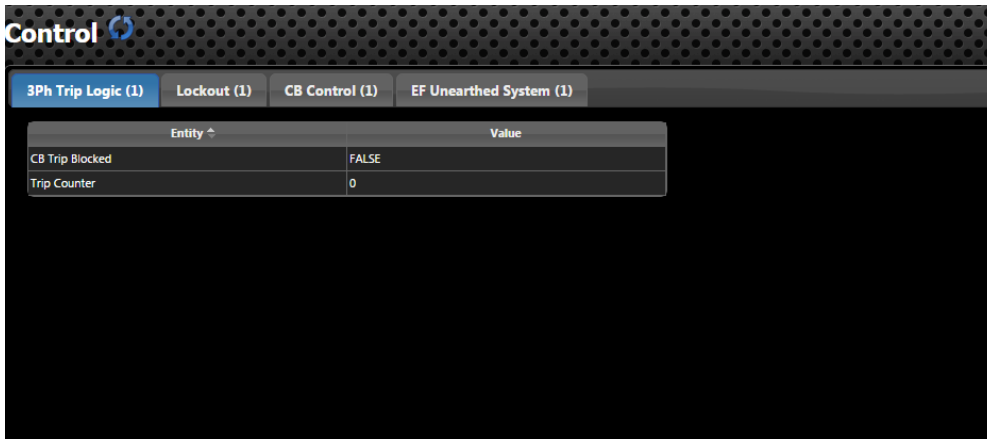


Figura 7.33. Menu de controlo.

7.8 FUNÇÕES INTEGRADAS - CONTROLOS

7.8.1 HMI

Enquanto navega pelos menus **Measurements, Metering, Recording, Supervision** ou **Control**, é possível encontrar várias saídas, identificadas pela barra de seleção, na qual o utilizador pode executar um controlo.

Para executar um controlo, deve ser seguido o procedimento descrito na subsecção Edição no Menu da secção 3.1 - HMI Local, mas, ao iniciar o processo de edição, não será capaz de editar o valor da própria saída, mas sim o controlo que pretende executar. Desta forma, será redirecionado para o menu ilustrado na Figura 7.34.



Figura 7.34. Selecionar o menu Control [Controlo].

Depois de premir a tecla de navegação E para concluir a edição do controlo desejado, um menu irá aparecer sugerindo a confirmação ou cancelamento desse controlo e, em caso de confirmação, será capaz de ver se o controlo foi executado ou bloqueado e por que razão foi bloqueado.



Figura 7.35. Menu de Confirmação.

Na Figura 7.36 é possível ver uma situação onde o controlo foi aceite, enquanto na Figura 7.37 o controlo foi rejeitado pela “Hierarquia de comutação”. A Tabela 4.19 apresenta todas as possíveis causas de rejeição.



Figura 7.36. Controlo executado.



Figura 7.37. Controlo bloqueado.

Pode, a qualquer momento, premir a tecla de navegação C para regressar ao menu onde estava antes de iniciar este processo.



É necessário uma credencial de acesso de nível 1, ou superior, para executar um controlo. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando iniciar este processo.

7.9 PARÂMETROS OPERACIONAIS

7.9.1 HMI

Percorra o **Main Menu**, até encontrar o menu **Parametrização** e, em seguida, prima a tecla de navegação E para aceder ao menu ilustrado na Figura 7.38.

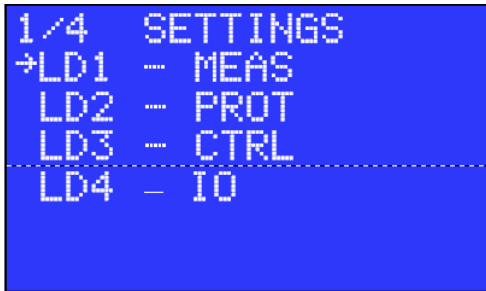


Figura 7.38. Menu de parâmetros.

Aqui, é apresentada uma lista de todos os Dispositivos lógicos presentes na configuração e o seu nome. Seguindo a sequência de instruções na Figura 7.39, será capaz de alcançar os parâmetros de uma função integrada. Sublinha-se que para as funções definidas pelo utilizador só a sua lista será disponível, pelo que não será possível ver ou editar os seus parâmetros.

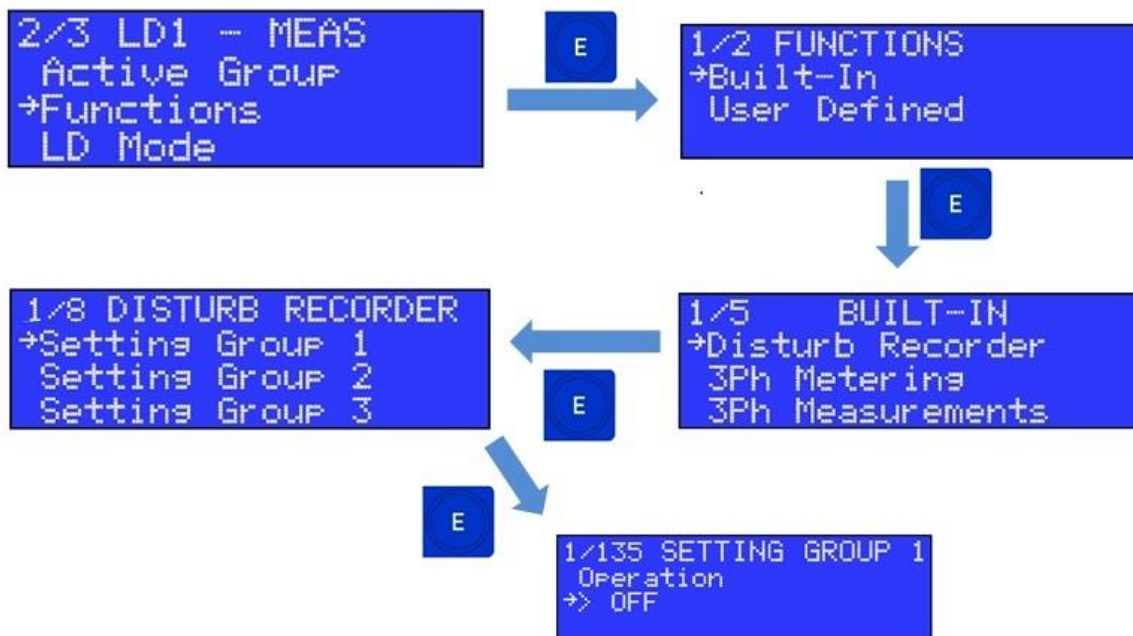


Figura 7.39. Acesso aos parâmetros da função integrada.

É possível editar os parâmetros das funções integradas seguindo o procedimento descrito na subsecção Edição no Menu da secção 3.1 - HMI Local. Sublinha-se que sempre que as alterações são aceites, todos os parâmetros presentes no menu serão implementados, pelo que é aconselhável que se certifique que todas as alterações foram efetuadas antes de as aceitar.



É necessário uma credencial de acesso de nível 1, ou superior, para editar os parâmetros da função integrada. Se a credencial atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando inicia o processo de edição.

7.9.2 SERVIDOR WEB

É possível aceder aos parâmetros operacionais no servidor Web através do menu **Parametrização** e, em seguida, do submenu **Operational Parametrização**.



Figura 7.40. Acesso aos parâmetros da função.

Aqui, tem acesso a uma lista de funções presentes em cada dispositivo lógico, como ilustrado na Figura 7.41.

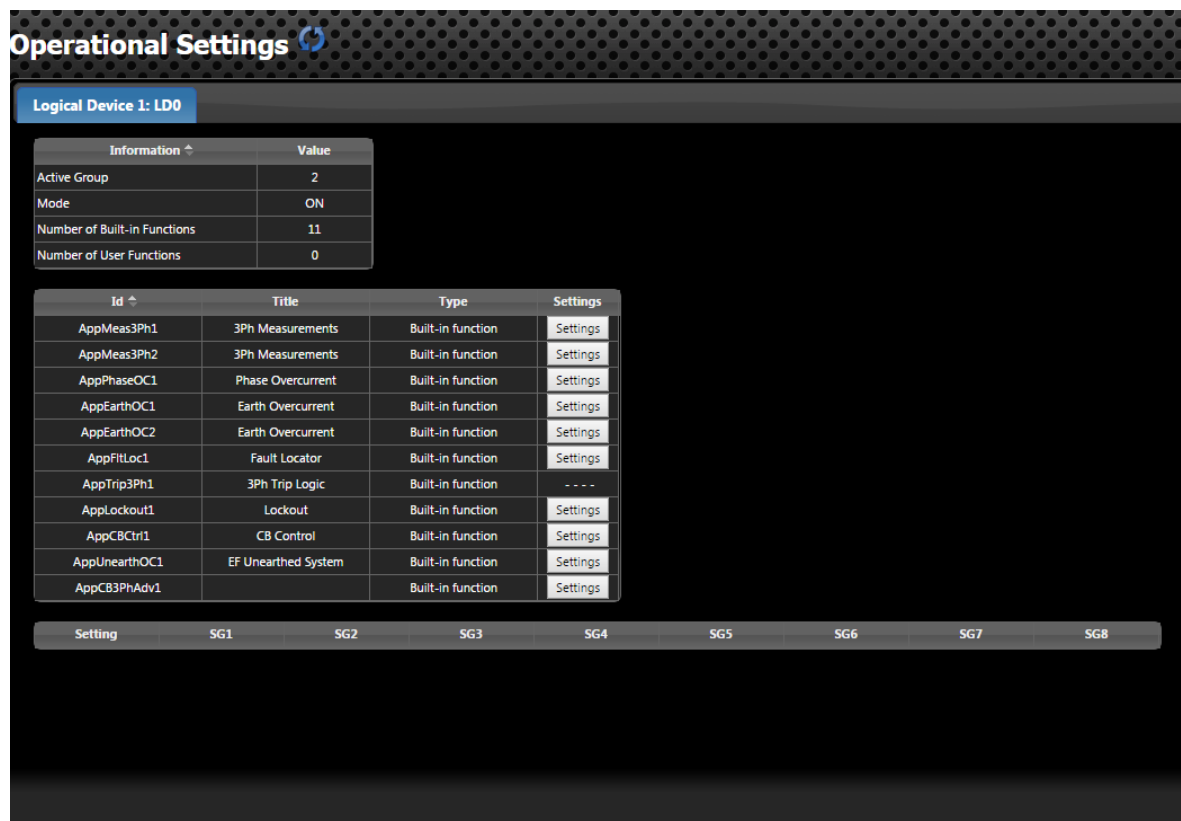


Figura 7.41. Menu de parâmetros.

Ao selecionar uma função, será redirecionado para uma tabela onde todos os parâmetros dessa função são apresentados, assim como o seu valor para cada grupo de parâmetros. Nesse momento, não é possível editar estes parâmetros através do servidor Web.

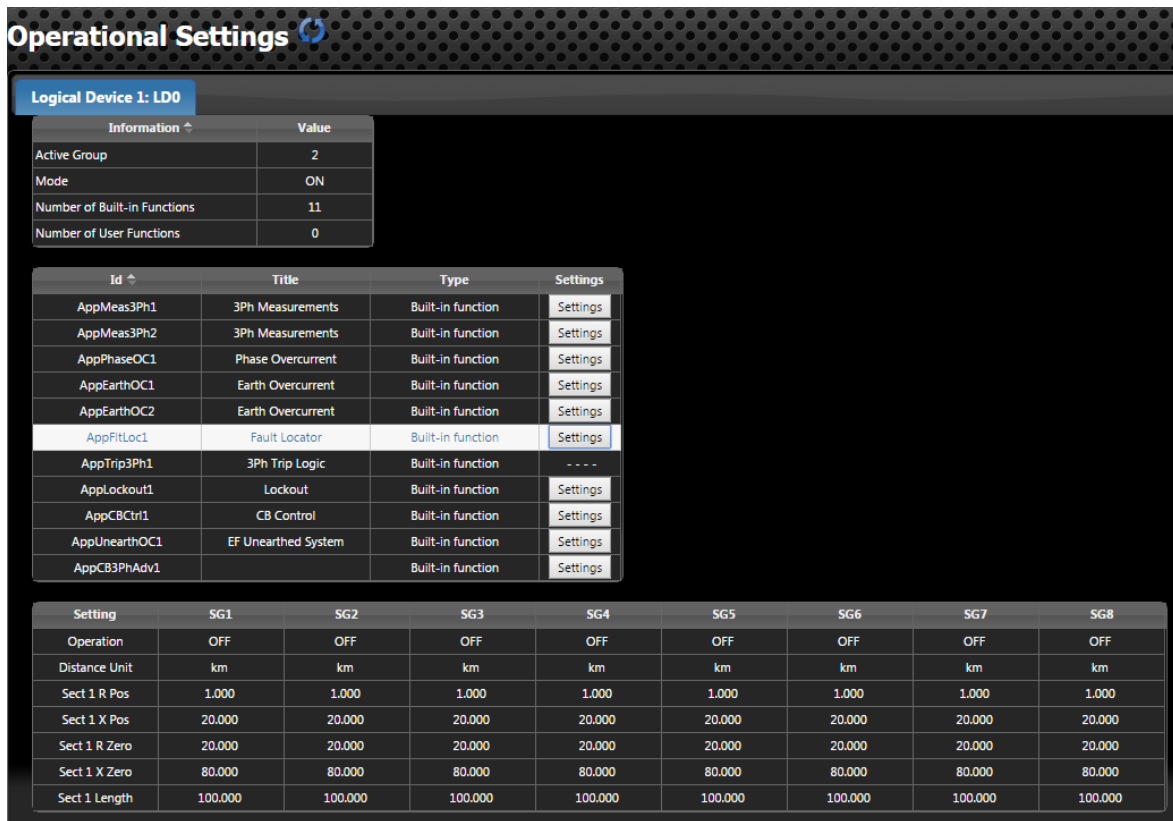


Figura 7.42. Tabela de parâmetros do Localizador de Defeitos.

7.9.3 AUTOMATION STUDIO

Os parâmetros operacionais podem ser definidos e descarregados através do acesso à opção **Operational Settings** no Explorador de Soluções, como ilustrado na Figura 7.43. Para uma explicação mais detalhada sobre como usar esta funcionalidade, consultar os manuais da ferramenta Automation Studio, presentes em cada versão, através do menu **Help** e selecionando **User Manuals**.

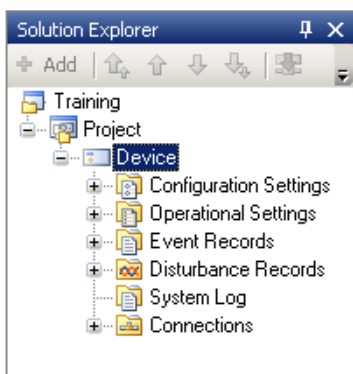


Figura 7.43. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.

7.10 GRUPO DE PARÂMETROS ATIVO

7.10.1 HMI

Percorra o **Main Menu**, até encontrar o menu **Settings** e, em seguida, prima a tecla de navegação E para aceder ao mesmo. Ao seguir a sequência indicada na Figura 7.44, é possível alcançar o grupo ativo de um dispositivo lógico.

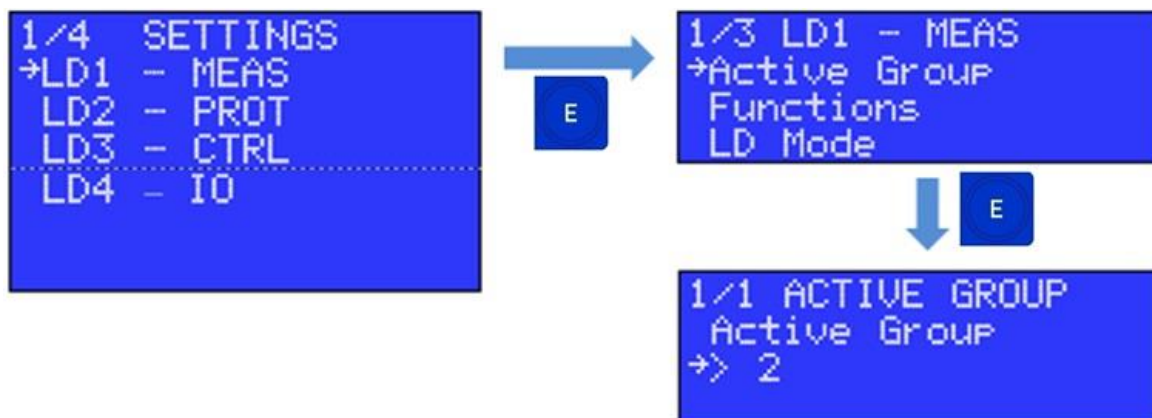


Figura 7.44. Sequência para alcançar o Grupo Ativo de um Dispositivo Lógico.

Para editar o grupo ativo, siga o procedimento descrito na subsecção Edição no Menu da secção 3.1 - HMI Local.



É necessário uma credencial de nível 1, ou superior, para alterar o grupo ativo de um dispositivo lógico. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando inicia o processo de edição.

7.10.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web, é possível aceder ao grupo ativo de um dispositivo lógico ao selecionar o menu **Settings** e, em seguida, o submenu **Operational Settings**, conforme ilustrado na Figura 7.45.

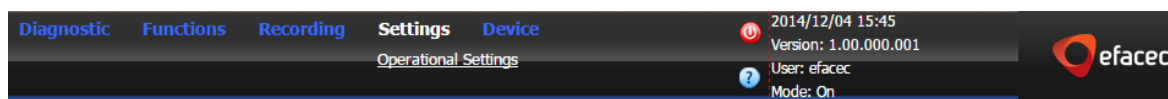


Figura 7.45. Acesso ao Grupo Ativo do Dispositivo Lógico.

Aqui, tem acesso ao grupo de parâmetros ativo de cada dispositivo lógico, como ilustrado na Figura 7.46. Esta informação só está disponível para consulta, não sendo possível alterá-la através do servidor Web.

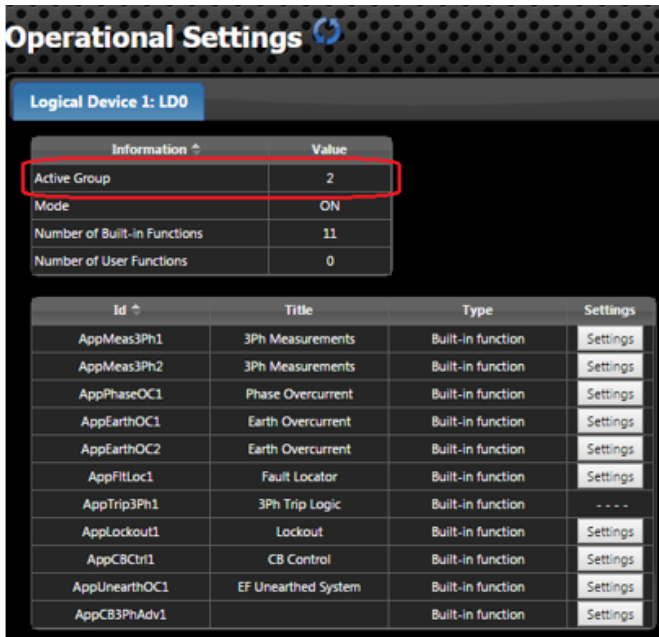


Figura 7.46. Grupo Ativo de Dispositivo Lógico.

7.10.3 AUTOMATION STUDIO

É possível configurar um Grupo de Parâmetros Ativo através da ferramenta Automation Studio, expandindo a opção **Operational Settings** no Explorador de Soluções (mostrado na Figura 7.47), e selecionando a etiqueta **current** para aceder aos parâmetros operacionais, onde tem a opção de selecionar o grupo ativo de cada dispositivo lógico. Para uma explicação mais detalhada sobre como usar esta funcionalidade, consultar os manuais da ferramenta Automation Studio, presentes em cada versão, através do menu **Help** e selecionando **User Manuals**.

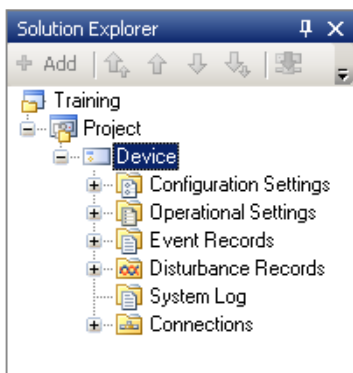


Figura 7.47. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.

7.11 MODO DE DISPOSITIVO LÓGICO

O modo de dispositivo lógico pode ter o valor:

- ◆ Off [Desligado]
- ◆ Teste
- ◆ On [Ligado]

7.11.1 HMI

Percorra o **Main Menu**, até encontrar o menu **Settings** e, em seguida, prima a tecla de navegação E para aceder ao mesmo. Ao seguir a sequência ilustrada na Figura 7.48, é possível alcançar o modo de um dispositivo lógico.

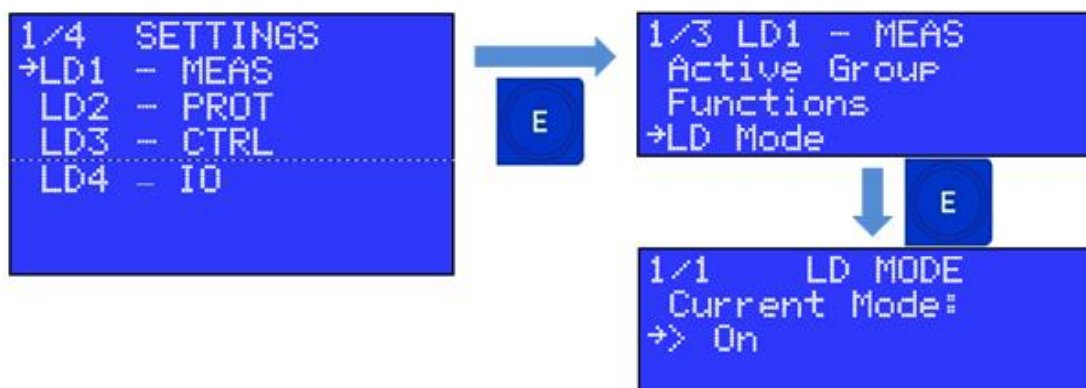


Figura 7.48. Sequência para atingir o Modo de Dispositivo Lógico.

Para editar o modo de dispositivo lógico, siga o procedimento descrito na subsecção Edição no Menu da secção 3.1 - HMI Local.



É necessário uma credencial de Acesso de nível 1, ou superior, para alterar o modo de um dispositivo lógico. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando inicia o processo de edição.

7.11.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web é possível aceder ao modo de dispositivo lógico através do menu **Settings** e, em seguida, do submenu **Operational Settings**, como ilustrado na Figura 7.49.

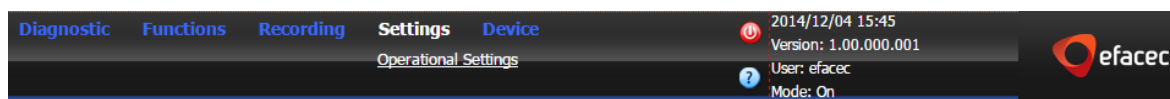


Figura 7.49. Acesso ao Modo de Dispositivo Lógico.



Figura 7.50. Modo de Dispositivo Lógico.

7.12 RESTAURAR CONFIGURAÇÕES DE FÁBRICA

7.12.1 HMI

Através da HMI Local é possível apagar a configuração do utilizador e repor a configuração de fábrica. Para aceder a esta opção, percorra o **Main Menu** até ao menu **Advanced Options** e, em seguida, prima a tecla de navegação E para ter acesso ao menu apresentado na Figura 7.51.



Figura 7.51. Menu de Opções Avançadas.

Aqui, basta apenas selecionar a opção **Delete Conf.** e, quando apropriado, aceitar o comando. **Esta ação irá reiniciar a TPU T450.**



É necessário uma credencial de Acesso de nível 2 para realizar esta ação. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando seleciona esta opção.

7.12.2 SERVIDOR WEB

Para poder apagar a configuração do utilizador e restaurar a configuração de fábrica através do servidor Web, basta seguir as etapas indicadas na Figura 7.52:

- ◆ (1) Prima o botão  para obter a lista de opções em (2)
- ◆ Selecione a opção **“Reset Configuration”** (3).

Isto irá reiniciar a TPU T450.

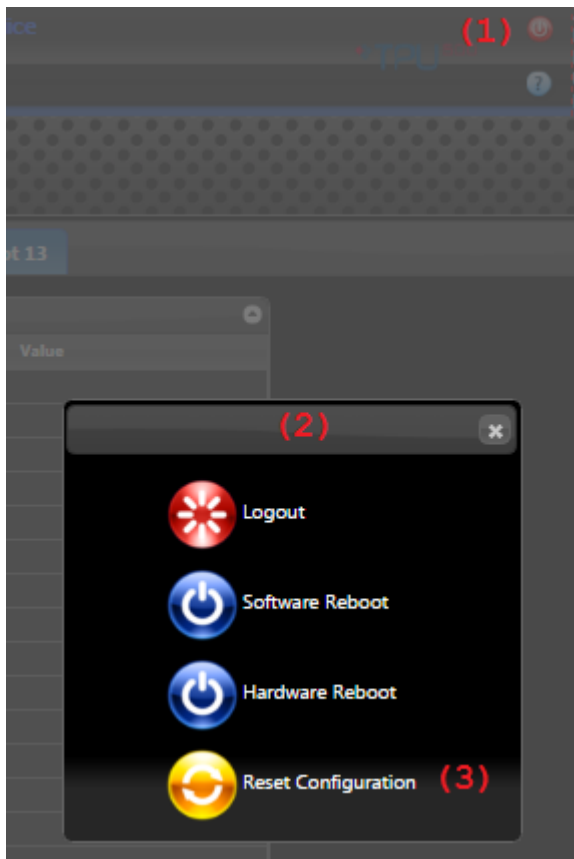


Figura 7.52. Restaurar configurações de fábrica.



Para ter acesso a esta opção deve iniciar sessão como administrador.

7.13 RESTAURAR PARÂMETROS OPERACIONAIS DE FÁBRICA

7.13.1 HMI

Através da HMI Local é possível apagar os parâmetros operacionais configurados pelo utilizador e restaurar os parâmetros operacionais de fábrica. Para aceder a esta opção, percorra o **Main Menu** até chegar ao menu **Advanced Options** e, em seguida, prima a tecla de navegação E para aceder ao menu ilustrado na Figura 7.53.



Figura 7.53. Menu de Opções Avançadas.

Aqui, basta selecionar a opção **Delete Settings** e, quando apropriado, aceitar o comando. **Esta ação irá reiniciar a TPU T450.**



É necessário uma credencial de Acesso de nível 2 para realizar esta ação. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando seleciona esta opção.

7.14 REGISTO DE EVENTOS

7.14.1 HMI

Para aceder ao registo de eventos através da HMI Local, percorra o **Main Menu** até chegar ao menu **Event Log**. Ao premir a tecla de navegação E terá acesso ao menu ilustrado na Figura 7.54.

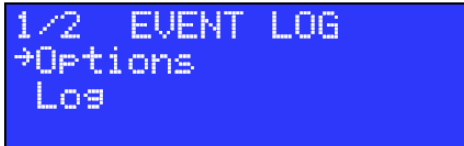


Figura 7.54. Menu de Registo de Eventos.

Aqui pode aceder a um menu **Options** com as seguintes funcionalidades:

- ◆ **Events Order:**
Ao aceder a este submenu, é possível alterar a ordem em que os eventos são exibidos na HMI local (ascendente ou descendente).
- ◆ **Number of Events:**
Ao aceder a este submenu é possível alterar o número de eventos que são exibidos na HMI local.
- ◆ **Clear Log:**
Permite limpar todos os eventos armazenados na TPU T450.

Todas estas opções servem para visualizar o registo de eventos na HMI Local, com exceção da opção de apagar o registo de eventos na unidade, a qual apaga os registos da TPU T450, pelo que também impede a sua visualização na HMI Local.

Ao editar a ordem e o número de eventos, siga o procedimento descrito na subsecção Edição no Menu da secção 3.1 - HMI Local. Para limpar o registo de eventos, deve seleccionar apenas a opção desejada através da tecla de navegação E.



É necessário uma credencial de Acesso de nível 1, ou superior, para alterar os parâmetros do registo de eventos e dar instruções para o limpar. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication**.

Ao seleccionar o submenu **Log**, terá acesso aos últimos eventos na ordem e no número configurados no menu das opções. A Figura 7.55 é uma ilustração de um evento. A primeira linha da página dá o número do evento e a informação do número total de eventos presentes no menu. Cada evento contém as seguintes informações:

- ◆ **Ocorrência de Evento:**
Data e hora com resolução de 1 ms;
- ◆ **Entidade:**
Descrição da entidade que originou o evento;
- ◆ **Origem do Evento:**
É indicado o campo do elemento da base de dados que originou o evento, assim como o seu novo valor.



Figura 7.55. Evento.

A Seta de Seleção, na linha que indica a origem do evento, indica que é possível premir a tecla de navegação E para aceder ao submenu. Aqui pode consultar de forma mais detalhada, todas as informações registadas quando o evento ocorreu.

Note-se que cada origem associada ao evento irá gerar respectivamente uma página com as mesmas informações, com exceção das informações relacionadas com a origem do evento. Nesses casos, as informações exibidas ao navegar no submenu serão as mesmas porque estão, de facto, no mesmo evento.

7.14.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web, é possível aceder ao Registo de Eventos através do menu Log, como ilustrado na Figura 7.56.

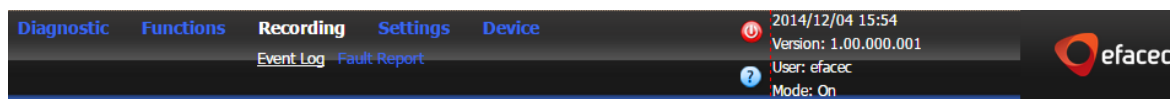


Figura 7.56. Registo de Eventos do servidor Web.

Na Figura 7.57, é possível observar que a tabela de registo de eventos é composta por:

- ◆ **Identificação:**
Identificação da entidade
- ◆ **Data / Hora:**
Data e hora da inserção do evento no registo
- ◆ **Origem:**
Origem ou origens do evento
- ◆ **Registo:**
Campos do elemento que devem ser registados quando ocorre um evento

Como visto na Figura 7.57, é igualmente possível apagar o registo de eventos selecionado a opção “Delete Events”, que irá apagar todos os registos da TPU T450.

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 7.57. Tabela de Registo de Eventos.

7.14.3 AUTOMATION STUDIO

O Registo de Eventos pode ser visualizado e apagado na ferramenta Automation Studio através da opção **Event Records** no Explorador de Soluções, como visto na Figura 7.58. Para uma explicação mais detalhada sobre como usar esta funcionalidade, consultar os manuais da ferramenta Automation Studio, presentes em cada versão, através do menu **Help** e selecionando **User Manuals**.

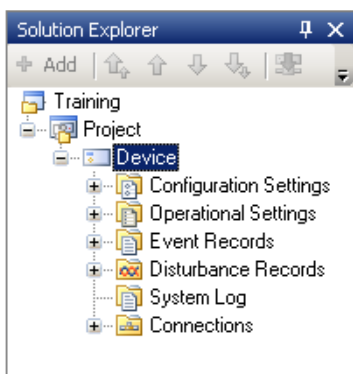


Figura 7.58. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.

7.15 RELATÓRIO DE DEFEITOS

7.15.1 HMI

Na HMI Local é possível aceder ao “**Summary**” [Resumo] do bloco de informações do último Relatório de Defeitos armazenado na TPU T450, assim como ter acesso às opções e informações relevantes do módulo de Relatório de Defeitos.

Para aceder ao menu **Fault Report**, percorra o **Main Menu** até chegar àquele e prima a tecla de navegação E para aceder ao menu ilustrado na Figura 7.59.

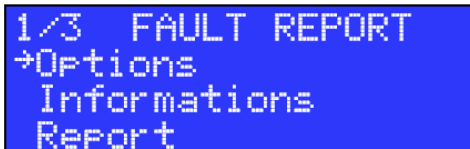


Figura 7.59. Menu de Relatório de Defeitos.

Aqui terá vários submenus disponíveis.

- ◆ **Options:**

Contém a opção de apagar todos os Relatórios de Defeitos criados e reiniciar os contadores de Relatório de Defeitos.

- ◆ **Informations:**

In Progress: - indica se um relatório está em progresso;

Number of Reports: - indica o número de relatórios criados com a configuração atual;

Reports Lost: - indica o número de relatórios perdidos com a configuração atual.

- ◆ **Report:**

Componente resumido do último relatório criado. Figura 7.60 apresenta um possível relatório.



Figura 7.60. Menu de Relatório.

7.15.2 SERVIDOR WEB

No servidor Web é possível aceder ao menu **Fault Report** através do menu **Recording**, como ilustrado na Figura 7.61.

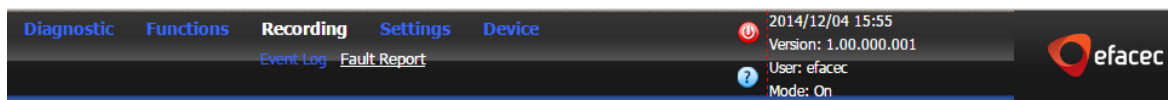


Figura 7.61. Acesso ao menu de Relatório de Defeitos.

Após seleccionar o menu Fault Report, verá uma lista de Relatórios de Defeitos na TPU T450, que podem ser atualizados ao premir o botão de atualização. Aqui, também tem a opção de apagar todas as informações armazenadas relacionadas com o Relatório de Defeitos, seleccionando a opção **“Delete Fault Reports”** [Apagar Relatórios de Defeitos].

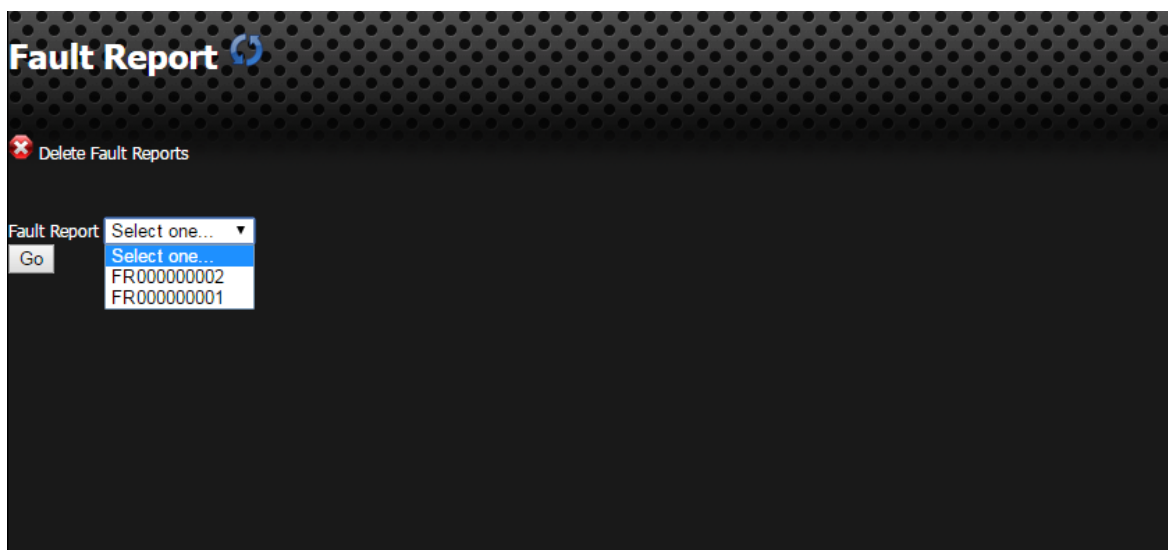


Figura 7.62. Menu de Relatório de Defeitos.

Ao seleccionar um ficheiro de Relatório de Defeitos, pode ver o registo de informações para esse relatório. A Figura 7.63 mostra o componente **Summary** de um possível Relatório de Defeitos, onde os dados mais relevantes são apresentados; a Figura 7.64 mostra o componente **Timeline**, onde os eventos mais relevantes são ordenados cronologicamente; e a Figura 7.65 e a Figura 7.66 exibem medições pré-defeito e medições do defeito, respetivamente.

Para uma descrição mais detalhada de cada bloco de informações, 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 7.63. Relatório de Defeitos - Resumo.

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 7.64. Relatório de Defeitos - Linha temporal.

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 7.65. 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 7.66. Relatório de Defeitos – Medidas de defeito.

7.15.3 AUTOMATION STUDIO

Os Relatórios de Defeitos podem ser visualizados e apagados na ferramenta Automation Studio através da opção **Fault Reports** no Explorador de Soluções, ilustrado na Figura 7.67. Para uma explicação mais detalhada sobre como usar esta funcionalidade, consultar os manuais da ferramenta Automation Studio, presentes em cada versão, através do menu **Help** e selecionando **User Manuals**.

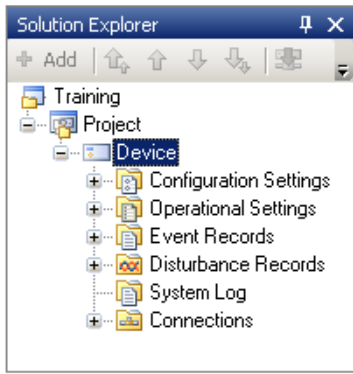


Figura 7.67. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.

7.16 REGISTO DE OSCILOGRAFIA

7.16.1 HMI

No menu **Recording**, acessível no **Main Menu**, pode aceder às informações relacionadas com o Registo de Oscilografia, assim como realizar ações, tais como:

- ◆ Forçar o início manual de um registo de oscilografia (**Trigger**);
- ◆ Limpar a memória (**Memory Clear**);
- ◆ Visualizar informações sobre o número de registos feitos e o tamanho de memória usado.

Para iniciar um registo ou apagar a memória usada, deve inserir um controlo com o valor **1**, seguindo o procedimento descrito na secção 7.8 - Funções Integradas - Controlos, nas saídas acima indicadas.

7.16.2 AUTOMATION STUDIO

Os Registos de Oscilografia podem ser visualizados e apagados na ferramenta Automation Studio, através da opção **Disturbance Records** no Explorador de Soluções, ilustrado na Figura 7.68. Para uma explicação mais detalhada sobre como usar esta funcionalidade, consultar os manuais da ferramenta Automation Studio, presentes em cada versão, através do menu **Help** e selecionando **User Manuals**.

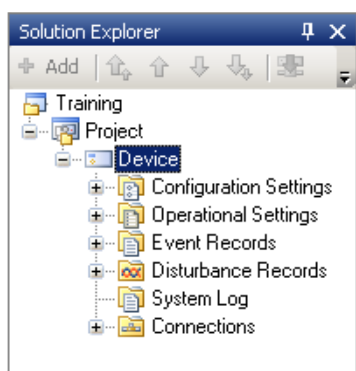


Figura 7.68. Explorador de Soluções da ferramenta Automation Studio.

7.17 APAGAR REGISTOS

7.17.1 HMI

Através da HMI Local é possível apagar todos os registos da unidade. Isso inclui Registos de Eventos, Relatórios de Defeitos, Registos de Oscilografia e todos os registos que possam ser realizados pelas funções integradas, tais como contadores.

Para aceder a esta opção, percorra o **Main Menu** até encontrar o menu **Advanced Options** e, em seguida, prima a tecla de navegação E para ter acesso ao menu ilustrado na Figura 7.69.

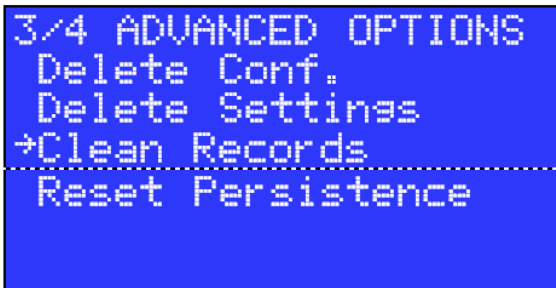


Figura 7.69. Menu de Opções Avançadas.

Aqui, basta selecionar a opção **Clean Records** e, quando apropriado, aceitar o comando.



É necessário uma credencial de nível de Acesso 2 para realizar esta ação. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando seleciona esta opção.



O **modo Local deve estar ativo**, caso contrário as funções integradas não aceitarão o comando para apagar os seus registos.

7.18 REINICIAR DADOS PERSISTENTES

É possível apagar todos os dados persistentes no dispositivo. Isto é aconselhado sempre que compilar uma nova configuração. Esta operação pode ser feita a partir do HMI Local (consultar a secção 7.18.1 - HMI) ou através da ferramenta de engenharia Automation Studio.

7.18.1 HMI

Para aceder a esta opção, percorra o **Main Menu** até chegar ao menu **Advanced Options** e, em seguida, prima a tecla de navegação E para aceder ao menu ilustrado na Figura 7.70.

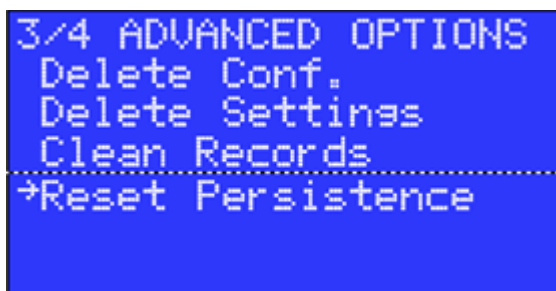


Figura 7.70. Menu de Opções Avançadas.

Aqui, basta selecionar a opção **Reset Persistence** e, quando adequado, aceitar o comando. **Esta ação irá reiniciar a TPU T450.**



É necessário uma credencial de nível de Acesso 2 para realizar esta ação. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando seleciona esta opção.

7.19 REINICIAR O DISPOSITIVO

7.19.1 HMI

Para reiniciar a TPU T450, percorra o **Main Menu** até chegar à opção **Restart Unit** (esta operação irá causar uma reinicialização do software). Aqui, basta premir a tecla de navegação E para aplicar o comando e, em seguida, premir novamente a mesma tecla quando lhe for pedido que confirme.

```
17/17 MAIN MENU
Security
→Restart Unit
```

```
1/1 RESTART UNIT
Choose Option
E Accept
C Cancel
```


Figura 7.71. Menu Restart Unit [Reiniciar Unidade].



É necessário uma credencial de nível de Acesso 2 para realizar esta ação. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando seleciona esta opção.

7.19.2 SERVIDOR WEB

Para poder reiniciar a TPU T450 através do servidor Web, basta seguir as etapas indicadas na Figura 7.72.

- ◆ (1) Prima o botão  para obter a lista de opções em (2)
- ◆ Selecione a opção “Software Reboot” [Reiniciar Software] (3) ou “Hardware Reboot” [Reiniciar Hardware] (4).

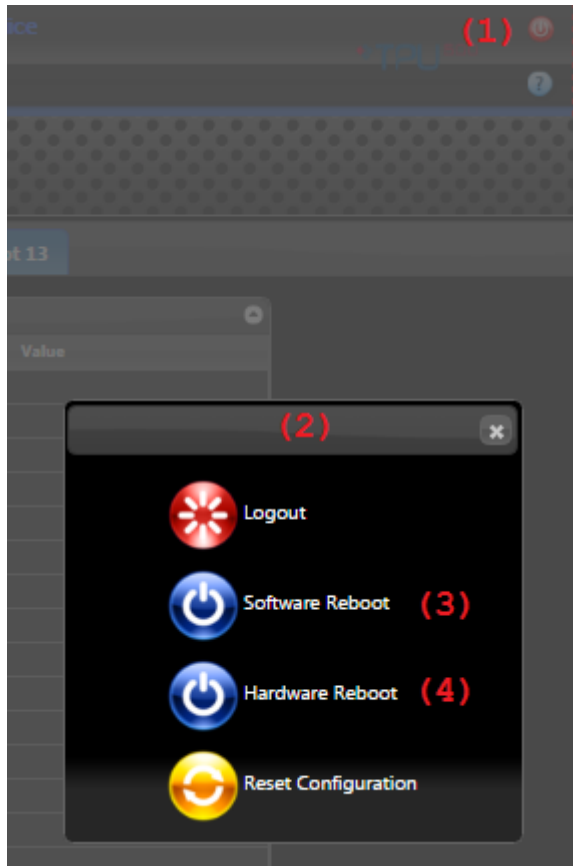


Figura 7.72. Reiniciar unidade.



Para ter acesso a esta opção deve iniciar sessão como administrador.

7.20 REINICIAR A HMI LOCAL

Para reiniciar a HMI Local, basta premir simultaneamente a tecla de navegação **E** e a tecla de navegação **C**.

7.21 DIAGNÓSTICO E TESTES

7.21.1 HMI

O menu **Diagnostics** foi criado para abranger todos os diagnósticos e testes disponíveis para a TPU T450 e pode aceder-se ao mesmo percorrendo o **Main Menu**.

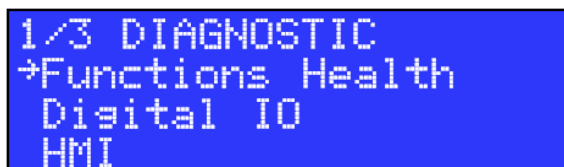


Figura 7.73 Menu Diagnostic.



É possível aceder à opção **Functions Health** sem ser necessário inserir credenciais de acesso, enquanto a opção **HMI** requer uma credencial de acesso de nível 1, ou superior, e a operação **Digital IO** requer uma credencial de acesso de nível 2. Se o nível atual for insuficiente, será automaticamente redirecionado para o menu **Authentication** quando seleciona esta opção.

Estado da Função

Ao selecionar esta opção, terá acesso a um menu com uma lista de todas as funções integradas presentes na configuração. Ao selecionar uma função, será exibido o seu estado atual.

I/O Digitais

Ao selecionar esta opção poderá aceder ao modo de teste de I/O e testar as saídas I/O digitais, como descrito na secção 7.6 - Diagnóstico e Informações de I/O.

HMI

Ao selecionar esta opção terá acesso ao menu Figura 7.74, onde pode selecionar **Informations**, **Display Options** e **Diagnostic**.

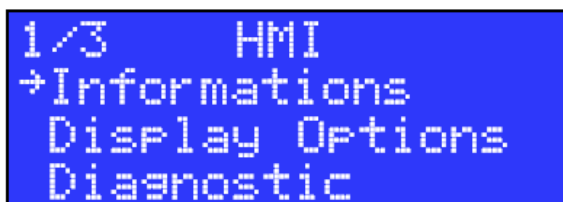


Figura 7.74. Menu HMI.

O menu **Informations** contém:

- ◆ **Software Info:** versão de software;
- ◆ **Board info:** nome; número de série; revisão de hardware; data de revisão de hardware; Edição; Opção; Temperatura; Tensões;
- ◆ **Memory:** Tamanho da memória volátil e não volátil, utilização e estado (OK ou NOK).

O menu **Display Options** contém:

◆ **Brightness;**

O menu **Diagnostic** contém testes para o ecrã, as luzes LED e as teclas. Em cada um, são dadas instruções sobre como os realizar.

7.21.2 SERVIDOR WEB

Pode aceder às opções de diagnóstico através do servidor Web no menu **Diagnostic**.

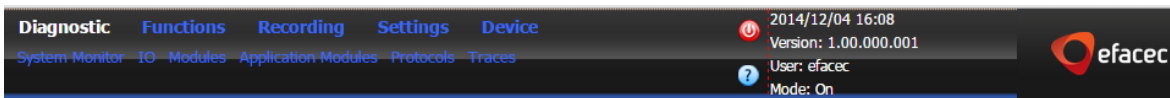


Figura 7.75 Menu Diagnostic.

Monitor do Sistema

Ao seleccionar este menu terá acesso às informações do sistema, tais como capacidade da memória utilizada e informações da CPU.

IO

Ao seleccionar este menu terá acesso a todas as informações referentes às I/O digitais e analógicas. O menu IO já foi descrito na subsecção 7.6 - Diagnóstico e Informações de I/O.

RTDB

Ao seleccionar este menu poderá visualizar o estado de qualquer entidade RTDB. Para ajudá-lo a encontrar o elemento pretendido, há um grupo de filtros disponível, como ilustrado na Figura 7.76, que lhe permite seleccionar o tipo pretendido e uma palavra-chave, na caixa de texto, que deverá estar presente no nome da entidade. É importante sublinhar que embora a seleção do tipo seja obrigatória, escrever uma palavra-passe não o é.

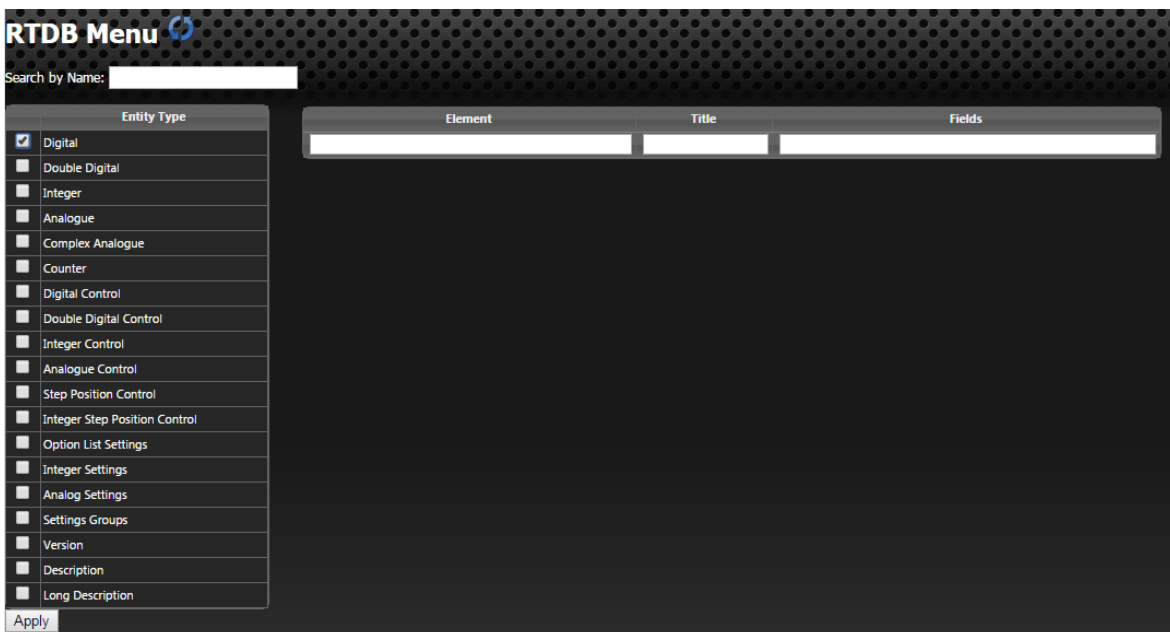


Figura 7.76 Menu do Filtro RTBD.

Ao submeter os parâmetros de pesquisa na Figura 7.76 (tipo digital), obterá os resultados ilustrados na Figura 7.77.

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 21:26:02,741 Origin: Automatic bay

Figura 7.77. Resultado da pesquisa.



Para ter acesso ao menu **RTDB**, deve iniciar sessão como administrador.



A pesquisa do RTDB deve ser sempre realizada com filtros tão específicos quanto possível para evitar duplicar demasiadas informações, o que teria um impacto sobre o desempenho da TPU T450 durante o processo de pesquisa.

A graphic element for Chapter 8, featuring the word "Capítulo" in black and the number "8" in white on a gray square background.

Capítulo

8

ANEXOS

Os seguintes anexos fornecem informações adicionais sobre as opções de configuração e a configuração de fábrica da TPU T450, que complementam os capítulos anteriores.

ÍNDICE

8.1 CARACTERÍSTICAS DE TEMPO DEFINIDO E INVERSO.....8-3

Número total de páginas do capítulo: 12

8.1 CARACTERÍSTICAS DE TEMPO DEFINIDO E INVERSO

Neste anexo, são descritas várias características de tempo definido e inverso implementadas na TPU T450.

8.1.1 CURVAS PADRÃO DE PROTEÇÃO DE CORRENTE

Para as curvas ANSI e IEC de tempo inverso, o tempo de disparo depende do rácio entre a corrente I medida e o parâmetro I_{op} , de acordo com (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 a opção de rearme de tempo inverso for selecionada, o tempo de rearme dependerá da corrente medida, de acordo com a equação (8.3). Esta opção, definida na norma ANSI, é alargada na TPU T450 às curvas da norma IEC.

$$t = \frac{t_{reset} \cdot TM}{1 - (I/I_{op})^2} \quad (8.3)$$

O índice de tempo (TM) pode ser ajustado a fim de coordenar as características de disparo e de tempo de rearme com outros dispositivos de proteção na mesma rede. As várias características padrão disponíveis são listadas na Tabela 8.1, juntamente com as constantes A , B , p e t_{reset} , que definem cada forma de curva.

Tabela 8.1. Características de tempo de proteção de corrente.

Curva	A	B	p	t_{reset}
ANSI Extremamente Inverso	28,2	0,1217	2,0	29,1
ANSI Muito Inverso	19,61	0,491	2,0	21,6
ANSI Normal Inverso	0,0086	0,0185	0,02	0,46
ANSI Moderadamente Inverso	0,0515	0,1140	0,02	4,85
ANSI Tempo Definido	Não aplicável			
ANSI Tempo Longo Extremamente Inverso	64,07	0,250	2,0	30
ANSI Tempo Longo Muito Inverso	28,55	0,712	2,0	13,46
ANSI Tempo Longo Inverso	5,6143	2,18592	1,0	12,9
IEC Normal Inverso	0,14	-	0,02	16,86
IEC Muito Inverso	13,5	-	1,0	29,7
IEC Inverso	0,14	-	0,02	16,86
IEC Extremamente Inverso	80,0	-	2,0	80,0
IEC Tempo Curto Inverso	0,05	-	0,04	3,006
IEC Tempo Longo Inverso	120	-	1,0	264,0
IEC Tempo Definido	Não aplicável			
Logarítmica	Não aplicável			

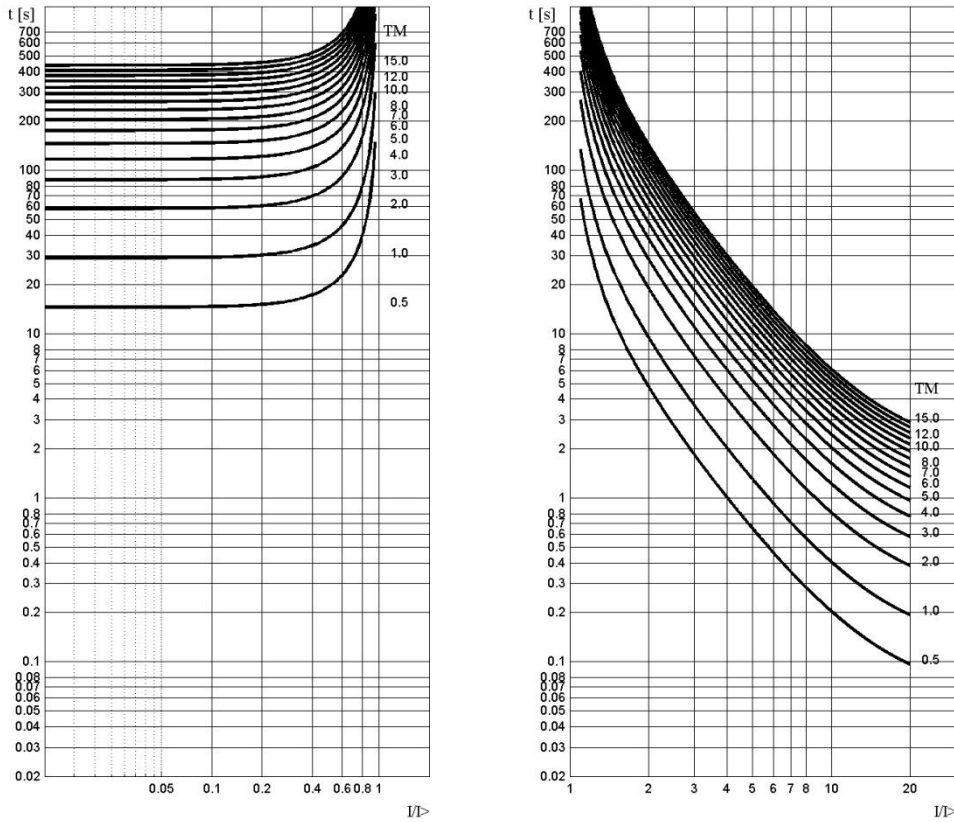


Figura 8.1. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Extremamente Inverso.

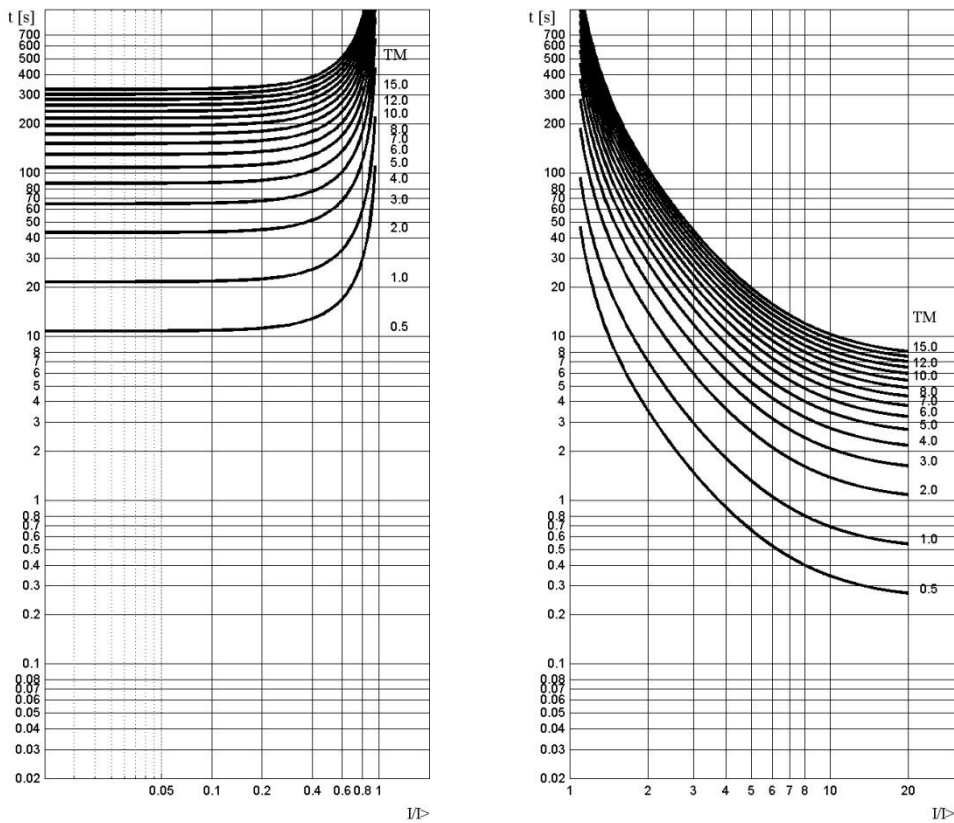


Figura 8.2. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Muito Inverso.

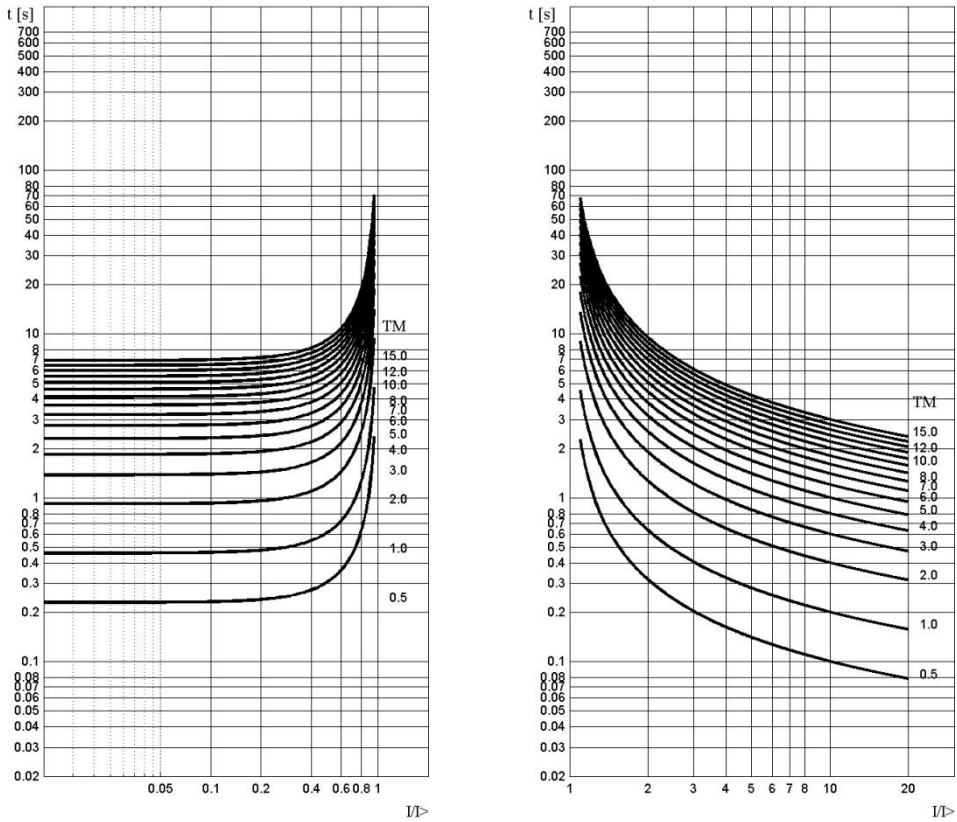


Figura 8.3. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Normal.

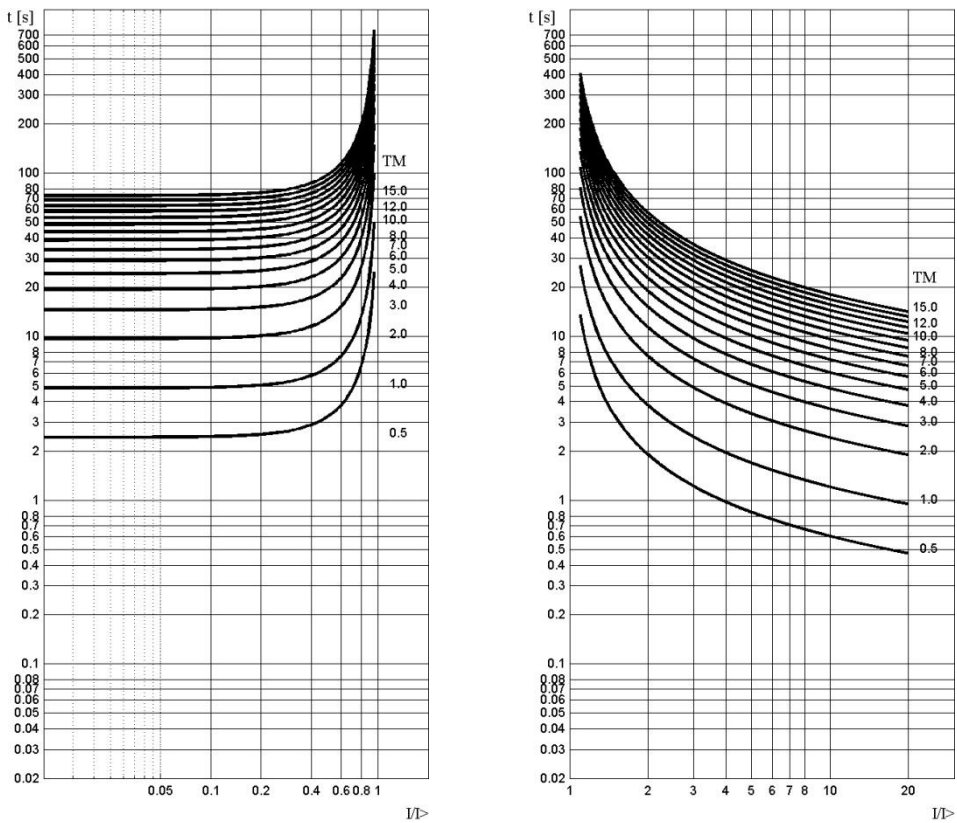


Figura 8.4. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Moderadamente Inverso.

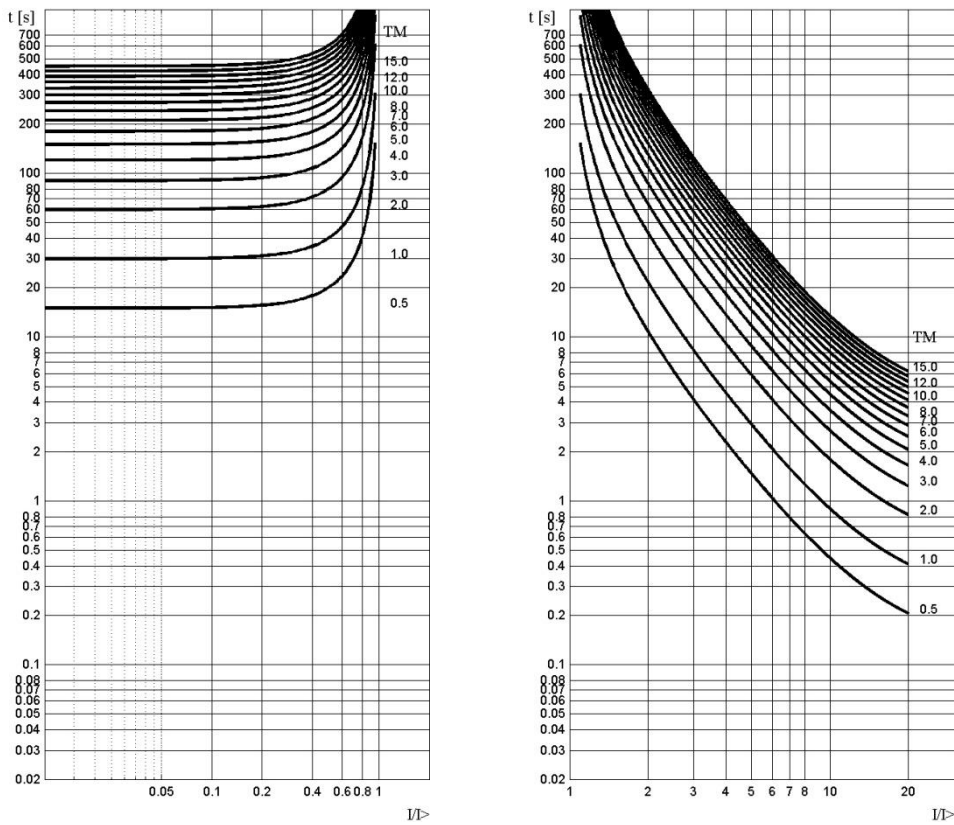


Figura 8.5. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Tempo Longo Extremamente Inverso.

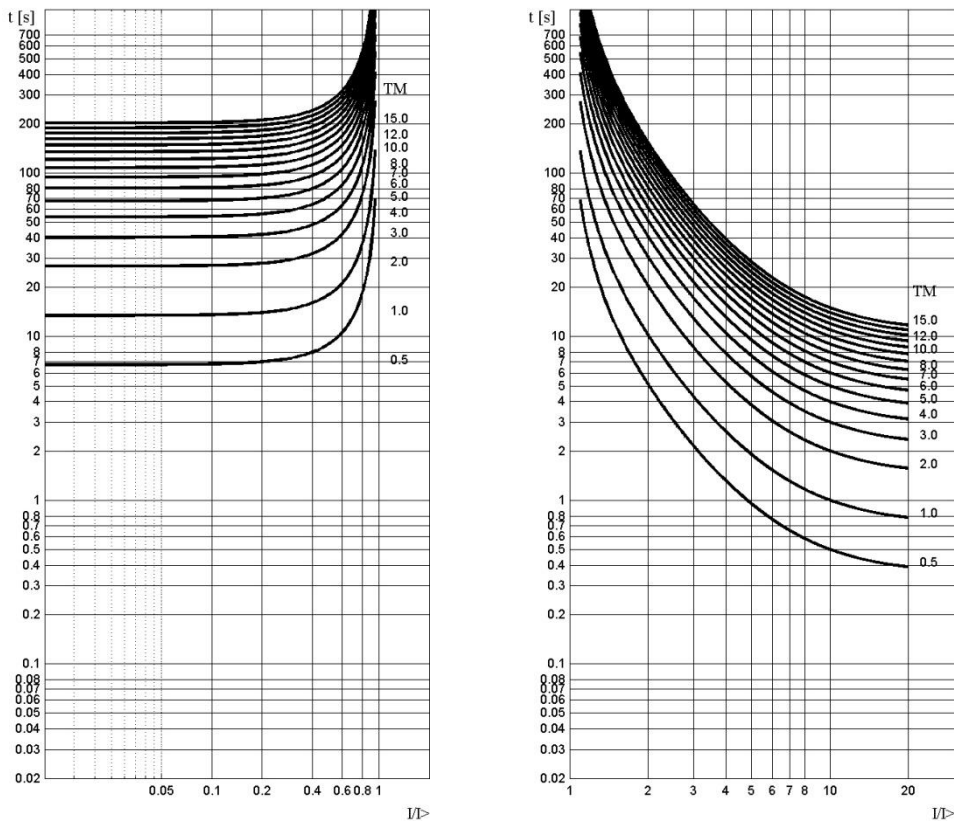


Figura 8.6. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Tempo Longo Muito Inverso.

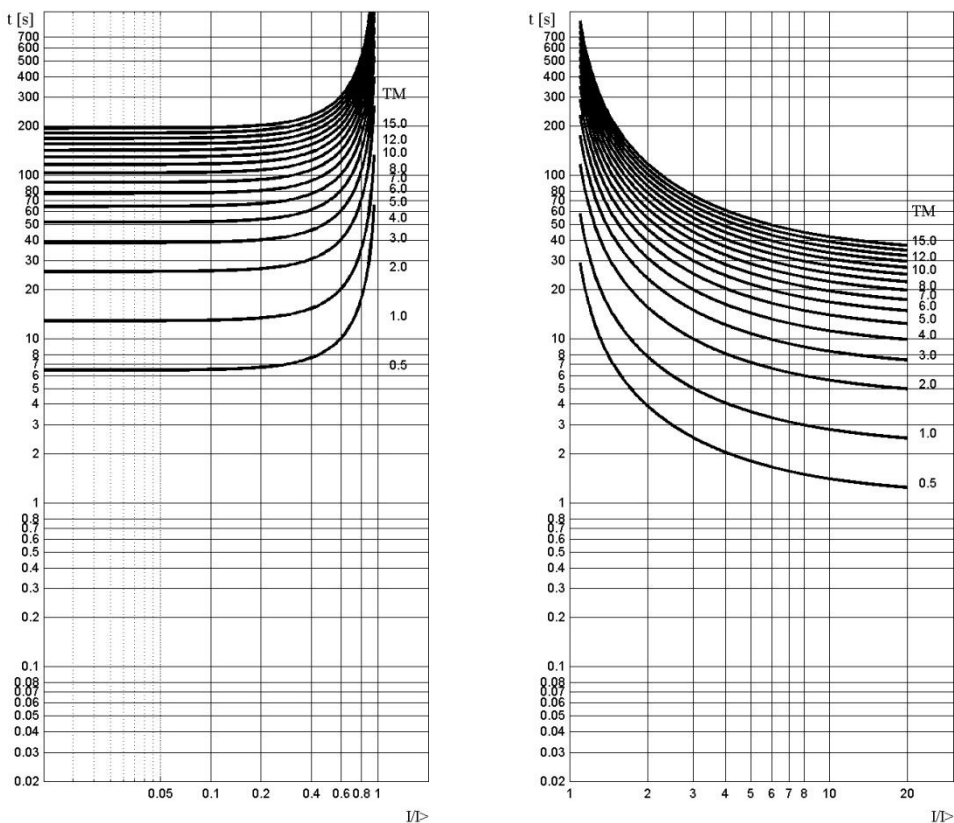


Figura 8.7. Curvas de rearme e disparo para característica ANSI Tempo Longo Inverso.

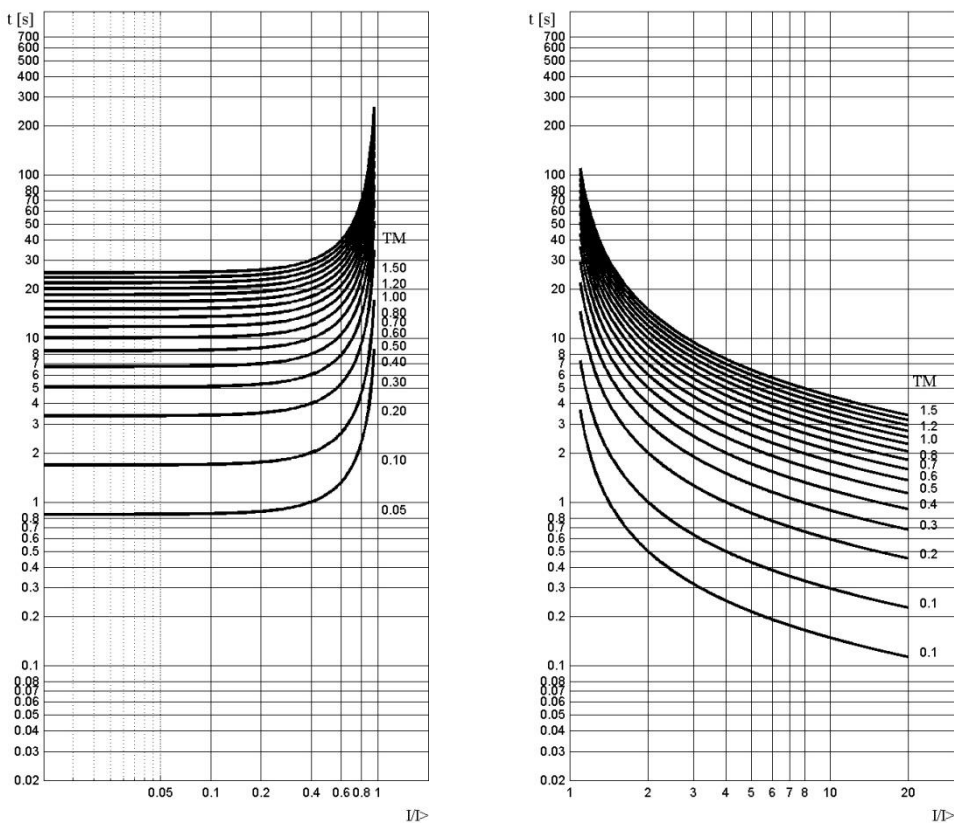


Figura 8.8. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Normal Inverso.

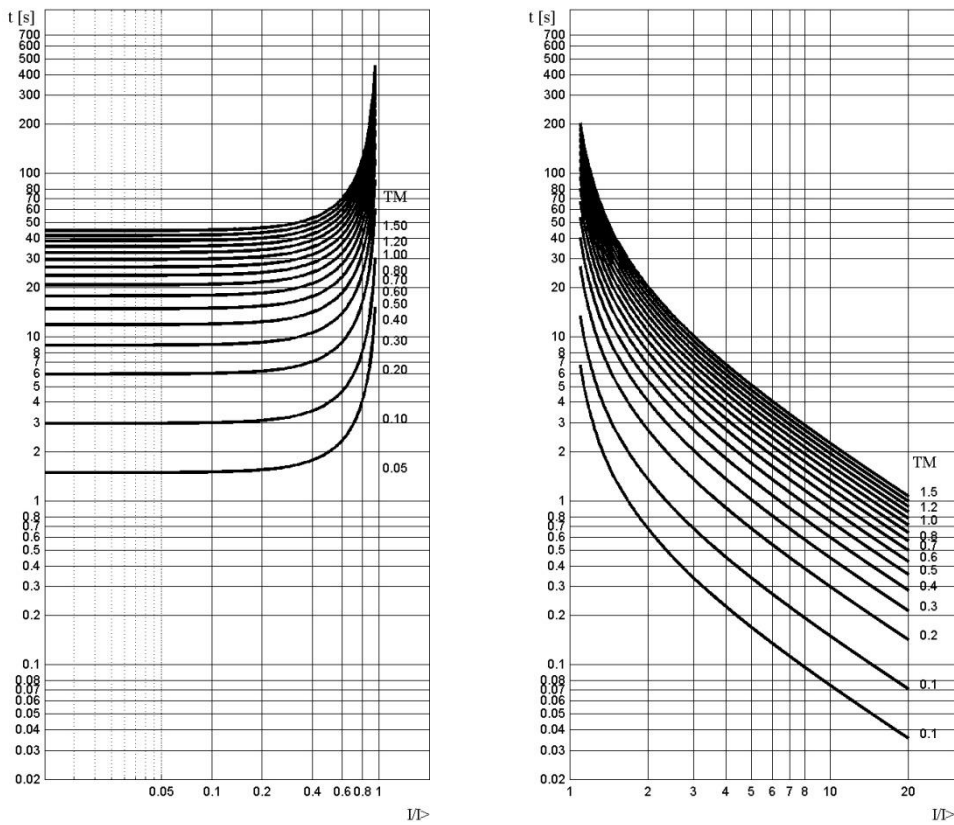


Figura 8.9. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Muito Inverso.

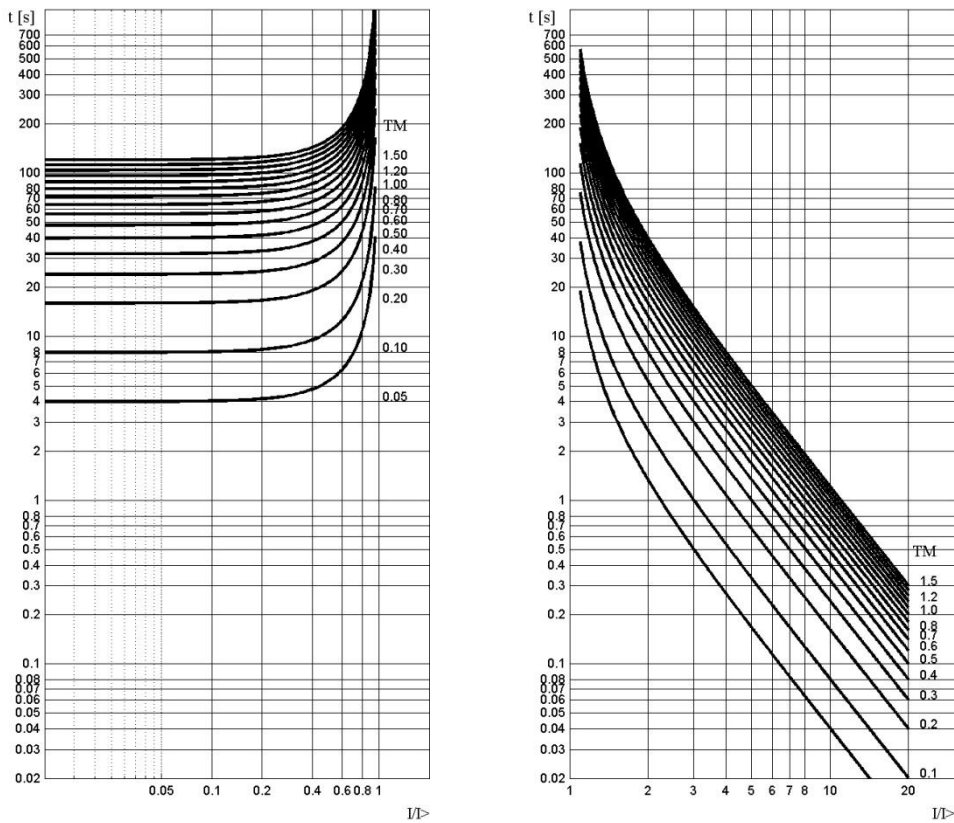


Figura 8.10. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Extremamente Inverso.

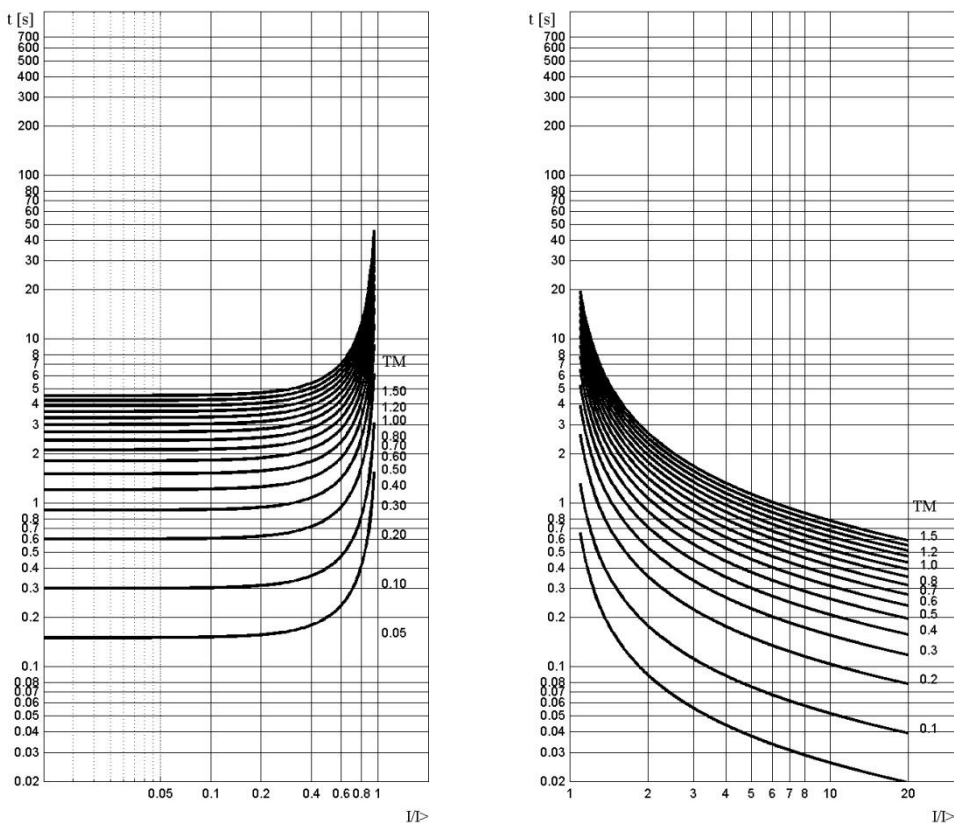


Figura 8.11. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Tempo Curto Inverso.

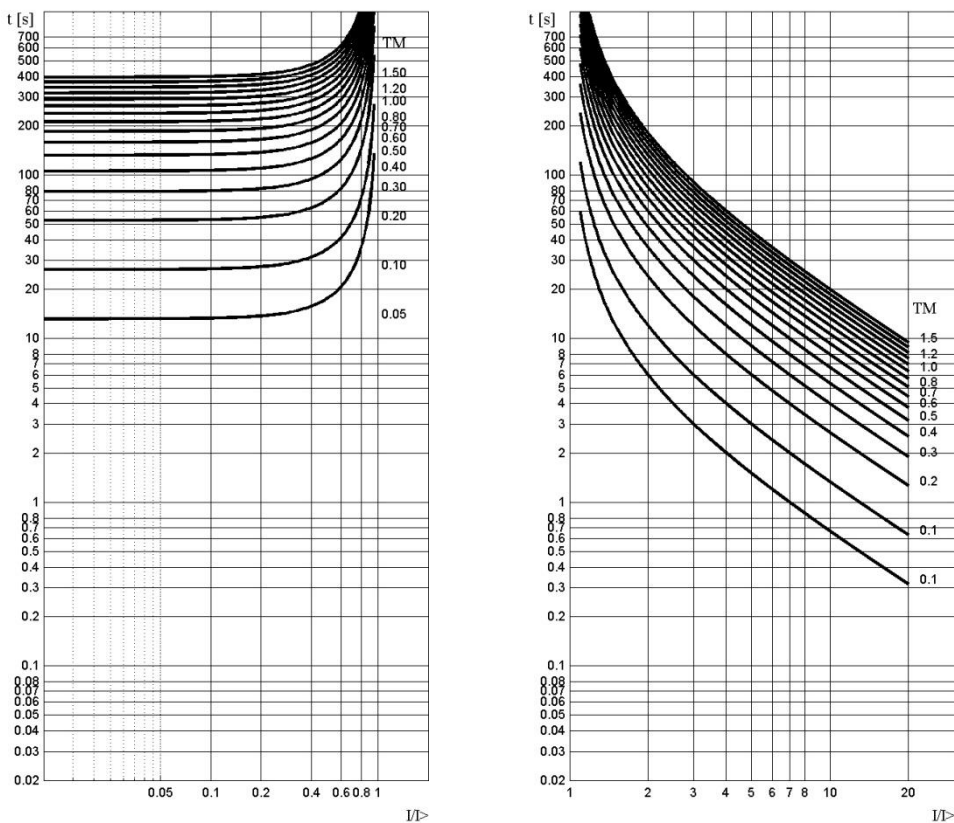


Figura 8.12. Curvas de rearme e disparo para característica IEC Tempo Longo Inverso.

A curva logarítmica é uma característica inversa especial que só está disponível como opção para proteção contra falhas à terra. O seu tempo de disparo também depende do rácio entre a corrente I medida e o parâmetro I_{op} e observa a equação (8.4). Os parâmetros T_{MAX} e TM podem ser configurados para definir a forma da curva. O rearme é sempre instantâneo. Poderá encontrar mais detalhes sobre a sua configuração específica na secção correspondente 5.6 - Máximo de Corrente Direcional de Terra .

$$t = T_{MAX} - TM \cdot \ln\left(\frac{I}{I_{op}}\right) \tag{8.4}$$

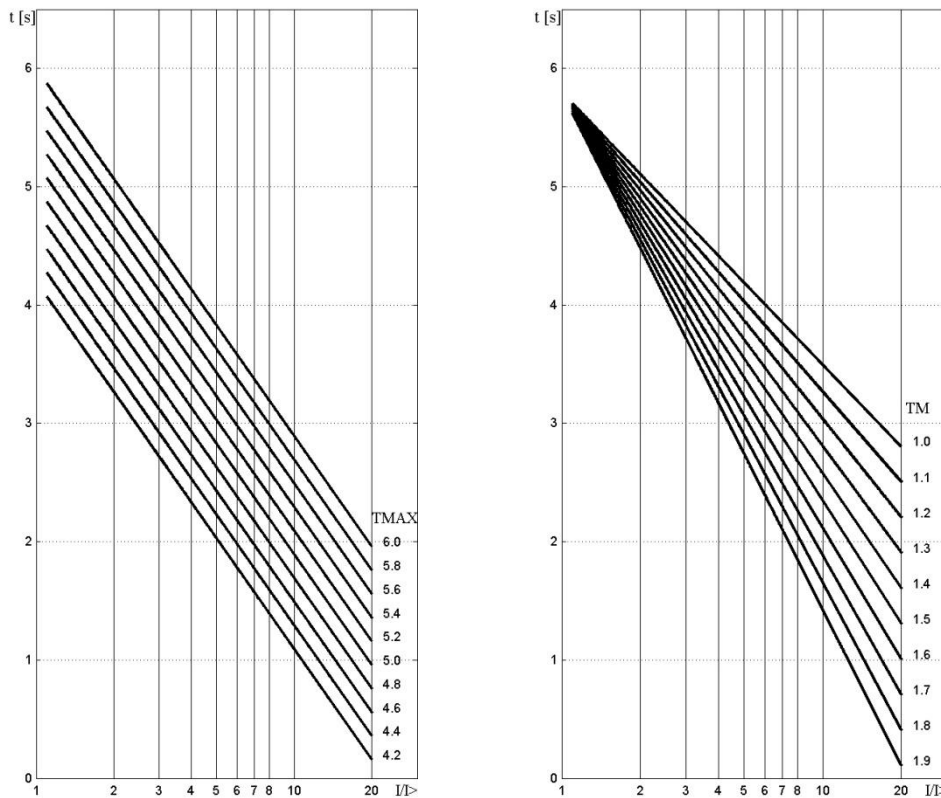


Figura 8.13. Curvas de disparo para característica logarítmica (TMAX diferente com TM=1,35 e TM diferente com TMAX=5,8).

As opções de tempo definido ANSI e IEC também podem ser escolhidas, sendo que neste caso o tempo de disparo é constante e definido em T_{op} . O rearme é sempre instantâneo. Ambas as opções são equivalentes.

$$t = T_{op} \tag{8.5}$$

8.1.2 CURVAS PADRÃO DE PROTEÇÃO DE TENSÃO

Para funções de proteção de tensão, há também uma curva padrão de tempo inverso. O tempo de disparo é inversamente proporcional à diferença entre a tensão U medida e o parâmetro U_{op} , de acordo com (8.6) para funções de máximo de tensão e com (8.7) para funções de mínimo de tensão.

$$t = \frac{TM}{\frac{(U - U_{op})}{U_{op}}} \tag{8.6}$$

$$t = \frac{TM}{\frac{(U_{op} - U)}{U_{op}}} \quad (8.7)$$

O índice de tempo (TM) permite ao utilizador ajustar o tempo de disparo.

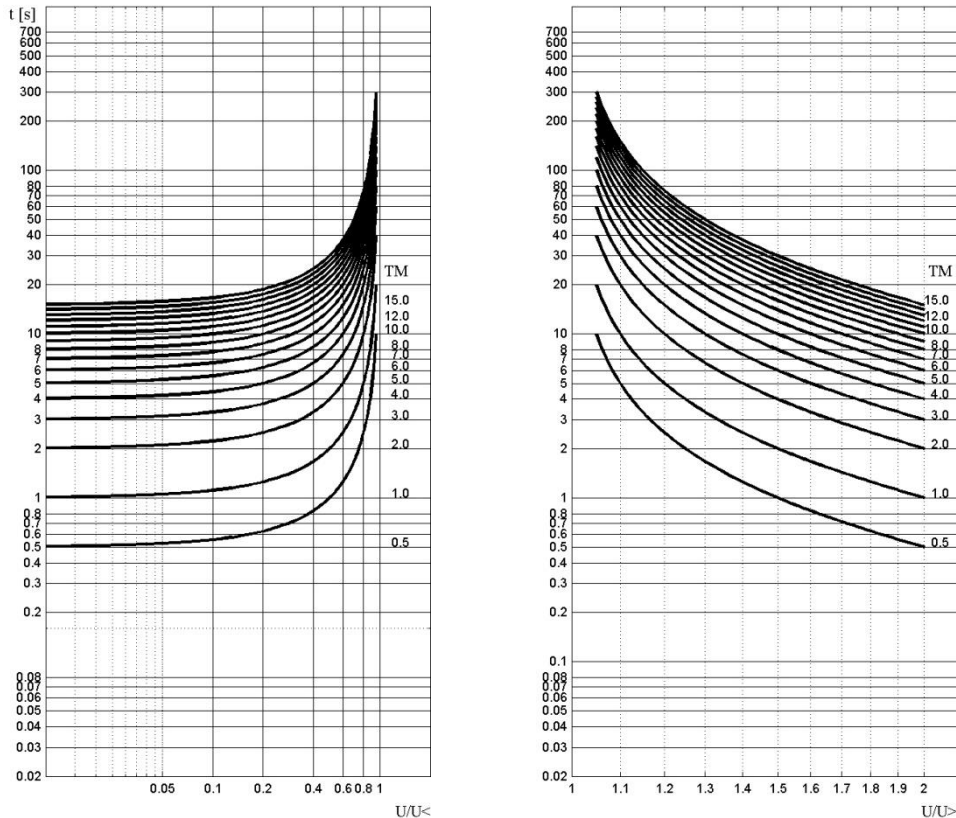


Figura 8.14. Curvas de disparo para funções de mínimo de tensão e máximo de tensão.

8.1.3 REARME DE TEMPO DEFINIDO

Esta opção, quando disponível, permite a definição de um atraso de arranque T_{reset} , usado para estabilizar saídas de arranque durante o intervalo de tempo entre o arranque e o disparo de escalão. Se o atraso de arranque for diferente de zero, o escalão não será imediatamente rearmado se a condição de rearme for cancelada enquanto o atraso de disparo T_{op} está em execução. Em vez disso, o escalão só é rearmado se a condição de rearme for mantida até o tempo de atraso de rearme chegar ao fim. Entretanto, o atraso de disparo continua em curso em paralelo com o atraso de rearme, mas, após o tempo de disparo chegar ao fim, o disparo é utilizado apenas se a condição de arranque estiver simultaneamente ativa. O modo de operação do rearme de tempo definido é ilustrado na Figura 8.15.

Se a o disparo de escalão já tiver sido emitido, o escalão é sempre rearmado após a condição de arranque ser cancelada, ou seja, o atraso de arranque não é tido em conta.

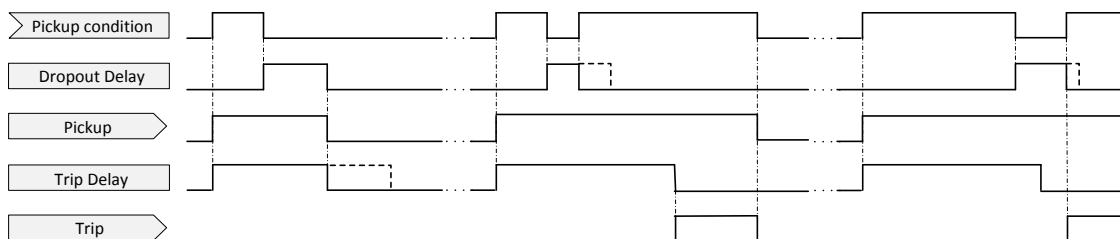


Figura 8.15. Rearme de Tempo Definido.

8.1.4 CURVAS DEFINIDAS PELO UTILIZADOR

A TPU T450 suporta as curvas de tempo-corrente definidas pelo utilizador, que podem ser designadas através da ferramenta de engenharia Automation Studio. O editor de curvas permite ao utilizador definir entre 6 e 25 pontos de tempo-corrente de modo a desenhar cada curva.