

INSTALAÇÕES AT E MT

Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC).

Funções de Proteção

Especificação funcional

Elaboração: DGOS; DPD; DSAT e DIT

Homologação: conforme despacho do CA de 2020-07-31

Edição: 4ª. Anula e substitui a edição de NOV 2013.

Acesso: Livre

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	6
1	OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO	6
2	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	7
2.1	Documentos EDP Distribuição	7
2.2	Documentos de Referência Nacionais e Internacionais	7
3	TERMOS E DEFINIÇÕES	7
4	ABREVIATURAS E SIGLAS	8
4.1	Códigos ANSI	9
5	CARACTERIZAÇÃO DAS FUNÇÕES POR PAINEL	10
5.1	Painel Linha AT	10
5.1.1	<i>Prescrições Gerais</i>	10
5.1.2	<i>Proteção Diferencial [87]</i>	10
5.1.3	<i>Proteção de Distância [21]</i>	11
5.1.4	<i>Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]</i>	12
5.1.5	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar Direcional [67N]</i>	12
5.1.6	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [50N]</i>	12
5.1.7	<i>Ligação Sobre Defeito [50HS]</i>	13
5.1.8	<i>Power Swing Detection [68]</i>	13
5.1.9	<i>Deteção de Condutor Partido [46]</i>	13
5.1.10	<i>Verificação de Sincronismo [25]</i>	14
5.1.11	<i>Funções Complementares</i>	14
5.1.11.1	<i>Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]</i>	14
5.1.11.2	<i>Monitorização do Disjuntor</i>	15
5.1.11.3	<i>Localizador de Defeitos [21FL]</i>	15
5.1.11.4	<i>Registo Cronológico de Eventos</i>	15
5.1.11.5	<i>Osciloperturbografias</i>	15
5.1.12	<i>Regimes de Exploração</i>	16
5.1.13	<i>Ensaio das Funções de Proteção</i>	16
5.1.14	<i>Características Técnicas</i>	16
5.2	Painel Barras + Interbarras AT	19
5.2.1	<i>Prescrições Gerais</i>	19
5.2.2	<i>Proteção Diferencial de Barras [87]</i>	19
5.2.3	<i>Verificação de Sincronismo [25]</i>	20
5.2.4	<i>Funções Complementares</i>	21
5.2.4.1	<i>Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]</i>	21
5.2.4.2	<i>Registo Cronológico de Eventos</i>	21
5.2.4.3	<i>Osciloperturbografia</i>	21
5.2.5	<i>Ensaio das Funções de Proteção</i>	22
5.2.6	<i>Características Técnicas</i>	22
5.3	Painel Linha/Transformador AT	23
5.3.1	<i>Prescrições Gerais</i>	23
5.3.2	<i>Proteção Diferencial [87]</i>	23
5.3.3	<i>Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]</i>	23

5.3.4	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [50N]</i>	24
5.3.5	<i>Proteção Diferencial de Transformador [87T]</i>	24
5.3.6	<i>Unidade de Teledisparo [85]</i>	24
5.3.7	<i>Proteção diferencial restrita [87N]</i>	25
5.3.8	<i>Proteção de Máximo de Tensão Homopolar [59N]</i>	25
	<i>Funções Complementares</i>	26
5.3.8.1	<i>Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]</i>	26
5.3.8.2	<i>Registo Cronológico de Eventos</i>	26
5.3.8.3	<i>Osciloperturbografia</i>	26
5.3.9	<i>Regimes de Exploração</i>	26
5.3.9.1	<i>Regime Normal de Exploração</i>	27
5.3.10	<i>Ensaio das Funções de Proteção</i>	27
5.3.11	<i>Características Técnicas</i>	27
5.4	<i>Painel Transformador de Potência AT</i>	29
5.4.1	<i>Prescrições Gerais</i>	29
5.4.2	<i>Proteção Diferencial de Transformador [87T]</i>	29
5.4.3	<i>Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]</i>	29
5.4.4	<i>Proteção diferencial restrita [87N]</i>	30
5.4.5	<i>Proteção de Máximo de Tensão Homopolar [59N]</i>	30
5.4.6	<i>Funções Complementares</i>	30
5.4.6.1	<i>Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]</i>	30
5.4.6.2	<i>Função de Monitorização do Disjuntor</i>	31
5.4.6.3	<i>Registo Cronológico de Eventos</i>	31
5.4.6.4	<i>Osciloperturbografia</i>	31
5.4.7	<i>Ensaio das Funções de Proteção</i>	31
5.4.8	<i>Características Técnicas</i>	31
5.5	<i>Painel Transformador de Potência lado MT (TPMT)</i>	33
5.5.1	<i>Prescrições Gerais</i>	33
5.5.2	<i>Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]</i>	33
5.5.3	<i>Proteção de Mínimo de Tensão [27]</i>	33
5.5.4	<i>Proteção de Máximo de Tensão [59]</i>	34
5.5.5	<i>Proteção de Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes [59N]</i>	34
5.5.6	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Barras MT [50N]</i>	35
5.5.7	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Terras Resistentes [50N]</i>	35
5.5.8	<i>Proteção de Frequência [81]</i>	36
5.5.9	<i>Funções Complementares</i>	36
5.5.9.1	<i>Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]</i>	36
5.5.9.2	<i>Função de Monitorização do Disjuntor</i>	37
5.5.9.3	<i>Registo Cronológico de Eventos</i>	37
5.5.9.4	<i>Osciloperturbografia</i>	37
5.5.10	<i>Ensaio das Funções de Proteção</i>	37
5.5.11	<i>Características Técnicas</i>	37
5.6	<i>Painel Bateria de Condensadores</i>	39
5.6.1	<i>Prescrições Gerais</i>	39
5.6.2	<i>Desequilíbrio de Neutro [50N]</i>	39
5.6.3	<i>Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]</i>	39

5.6.4	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [50N]</i>	40
5.6.5	<i>Proteção de Máximo de Tensão [59]</i>	40
5.6.6	<i>Proteção de Mínimo de Tensão [27]</i>	40
5.6.7	<i>Proteção de Máximo de Tensão Homopolar [59N]</i>	41
5.6.8	<i>Proteção de Frequência [81]</i>	41
5.6.9	<i>Funções Complementares</i>	41
5.6.9.1	Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF].....	41
5.6.9.2	Função de Monitorização do Disjuntor.....	42
5.6.9.3	Registo de Eventos	42
5.6.9.4	Osciloperturbografia.....	42
5.6.10	<i>Ensaio das Funções de Proteção</i>	42
5.6.11	<i>Características Técnicas</i>	42
5.7	Painel de Linha MT	44
5.7.1	<i>Prescrições Gerais</i>	44
5.7.2	<i>Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]</i>	44
5.7.3	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [50N]</i>	44
5.7.4	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar Direcional [67N]</i>	45
5.7.5	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Terra Resistente [51N]</i>	45
5.7.6	<i>Proteção de Frequência [81]</i>	46
5.7.7	<i>Proteção de Mínimo de Tensão [27]</i>	46
5.7.8	<i>Proteção de Máximo de Tensão Homopolar [59N]</i>	46
5.7.9	<i>Deteção de Condutores Partidos [46]</i>	47
5.7.10	<i>Direcional de potência [32]</i>	47
5.7.11	<i>Cold Load Pickup</i>	47
5.7.12	<i>Inrush Restraint</i>	47
5.7.13	<i>Funções Complementares</i>	48
5.7.13.1	Presença de Tensão	48
5.7.13.2	Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF].....	48
5.7.13.3	Função de Monitorização do Disjuntor.....	48
5.7.13.4	Localizador de Defeitos [21FL].....	49
5.7.13.5	Registo Cronológico de Eventos	49
5.7.13.6	Osciloperturbografia.....	49
5.7.14	<i>Regimes de Exploração</i>	49
5.7.15	<i>Ensaio das Funções de Proteção</i>	50
5.7.16	<i>Características Técnicas</i>	50
5.8	Painel TSA + Reactância de Neutro	53
5.8.1	<i>Prescrições Gerais</i>	53
5.8.2	<i>Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]</i>	53
5.8.3	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Barras MT [50N]</i>	53
5.8.4	<i>Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Terras Resistentes [50N]</i>	54
5.8.5	<i>Proteção de Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes [59N]</i>	55
5.8.6	<i>Funções Complementares</i>	55
5.8.6.1	Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF].....	56
5.8.6.2	Função de Monitorização do Disjuntor.....	56
5.8.6.3	Registo Cronológico de Eventos	56
5.8.6.4	Osciloperturbografia.....	56

5.8.7	<i>Ensaio das Funções de Proteção</i>	56
5.8.8	<i>Características Técnicas</i>	57
ANEXO A - QUADRO RESUMO DAS FUNÇÕES POR PAINEL		58

0 INTRODUÇÃO

O presente documento anula e substitui a edição anterior elaborada em novembro de 2013.

As principais alterações introduzidas em relação à anterior versão são:

- Atualização das tabelas de características;
- Associação de códigos ANSI a todas as funções de proteção
- Remoção das funções:
 - Weak infeed logic (painel LAT);
 - Current reversal logic (painel LAT);
 - Esquema de Teleproteção (painel LAT).
- Introdução das funções:
 - Unidade de Teledisparo [85] – Painel LAT/TPAT
 - Diferencial restrita [87N] – Painel LAP/TPAT; Painel TPAT;
 - Máximo de tensão homopolar [59N] – Painel LAT/TPAT; Painel TPAT;
 - Mínimo de tensão [27] – Painel BCMT; Painel LMT;
 - Máximo de intensidade homopolar de barras MT [50N] – painel TPMT;
 - Máxima de intensidade homopolar de terras resistentes [50N] – painel TPMT;
 - Falha de disjuntor [50BF] – painel TPMT; painel BCMT; painel LMT; painel TSA+RN
 - Direcional de potência [32] – painel de LMT;
 - Máximo de tensão homopolar de terras resistentes [59N] – painel TSA+RN;
- Atualização das funções:
 - Detetor de condutor partido [46];
 - Máximo de tensão homopolar de terras resistentes [59N];
 - Máxima de intensidade homopolar de terras resistentes [51N];
 - Mínimo de Frequência [81];
 - Localização de defeitos [21FL];
 - Presença de tensão;
- Definição de grupos de parâmetros.

1 OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento destina-se a definir as funções de proteção e funções complementares residentes nos dispositivos eletrónicos inteligentes (IED) dos sistemas de proteção, comando e controlo numérico (SPCC), por tipo de painel das instalações AT e MT da EDP Distribuição.

São abordados os seguintes aspetos:

- Descrição das funções de proteção, por painel;
- Descrição das funções complementares, por painel;
- Características técnicas e funcionais das funções de proteção e das funções complementares, a nível dos diversos painéis.

2 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciados nos locais apropriados do seu texto, os quais se encontram a seguir listados.

2.1 Documentos EDP Distribuição

DEF-C13-505	INSTALAÇÕES AT E MT. Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC). Registo e tratamento de ocorrências. Especificação funcional.
DEF-C13-551	INSTALAÇÕES AT E MT. Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC). Função de automatismo: “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”. Especificação funcional.
DEF-C13-553	INSTALAÇÕES AT E MT. Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC). Função de automatismo: “deslastre por falta de tensão/reposição por regresso de tensão” - Especificação funcional.
DEF-C13-554	INSTALAÇÕES AT E MT. Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC). Função de automatismo: “deslastre por mínimo de frequência/reposição por normalização de frequência” - Especificação funcional
DEF-C13-571	INSTALAÇÕES AT E MT. Guia Geral de Proteção e Automação da Rede Nacional de Distribuição. Especificação funcional.

2.2 Documentos de Referência Nacionais e Internacionais

Portaria 596/2012 de 30 de julho. Aprova o regulamento da rede transporte e regulamento da rede distribuição.

IEC 60255		<i>Measuring relays and protection equipment</i>
IEC/TR 61850-1	2013	Communications networks and systems in substations. Part 1: Introduction and overview.
IEC/TS 61850-2	2019	Communications networks and systems in substations. Part 2: Glossary.
IEC/TS 61850-7-4	2010	Communications networks and systems for power utility automation - Part 7-4: Basic communication structure – Compatible logical node class and data object classes.
IEEE Std C37.113	2015	Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines.
IEEE Std C37. 2	2008	IEEE Standard for Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms, and Contact Designations.

3 TERMOS E DEFINIÇÕES

No contexto do presente documento e para o objetivo nele visado são adotadas a terminologia e as definições seguidamente referidas

3.1

Intelligent Electronic Device (IED)

De acordo com o disposto na secção 3.1.6 da norma IEC/TR 61850-1.

3.2

Regime Normal de Exploração (RNE)

Situação em que um elemento de rede (ou uma instalação) se encontra explorado, sempre que não exista qualquer condicionante na exploração da rede associada.

3.3

Regime Especial de Exploração (REE)

Situação em que é colocado um elemento de rede (ou uma instalação), durante a realização de trabalhos em tensão ou na vizinhança de tensão, de modo a diminuir o risco elétrico ou a minimizar os seus efeitos (portaria n.º 596/2010).

4 ABREVIATURAS E SIGLAS

No presente documento são usadas as seguintes abreviaturas:

AT	alta tensão
BT	baixa tensão
CEI/IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional / <i>International Electrotechnical Commission</i>
D00	documento normativo. generalidades
DEF	documento normativo. especificação funcional
DIT	documento normativo. instalações tipo
DMA	documento normativo. materiais e aparelhos – características e ensaios
DTR	deteção de terra resistente
IED	dispositivo eletrónico inteligente (<i>intelligent electronic devices</i>)
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IHM	<i>interface</i> humano-máquina
MIF	máxima intensidade de fase
MIH	máxima intensidade homopolar
MIHD	máxima intensidade homopolar direcional
MT	média tensão
PCL	posto de comando local
PRE	produção em regime especial
PTR	proteção de terra resistente
REE	regime especial de exploração
RN	reactância de neutro
RNE	regime normal de exploração
RSA	registo sequencial de acontecimentos
SCADA	<i>supervisory control and data acquisition</i>
SPCC	sistemas de proteção, comando e controlo numérico
TC	transformador de corrente

TET	trabalhos em tensão
TP	transformador de potência
TSA	transformador de serviços auxiliares
TT	transformador de tensão
UC	unidade central

4.1 Códigos ANSI

21	Proteção de Distância
21FL	Localizador de Defeitos
25	Verificação de Sincronismo
27	Proteção de Mínimo de Tensão
50	Proteção de Máxima Intensidade
46	Deteção de Condutores Partidos
50BF	Proteção Falha de Disjuntor (Circuit Breaker Failure Protection - CBFP)
50HS	Ligação sobre defeito
50N	Proteção de Máxima Intensidade Homopolar
51N	Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Tempo Inverso
59	Proteção de Máximo de Tensão
59N	Proteção de Máximo de Tensão Homopolar
67N	Proteção de Máxima Intensidade Homopolar Direcional
68	<i>Power Swing Detection</i>
79	Religação Automática
81	Proteção de Frequência
87	Proteção Diferencial
87T	Proteção Diferencial de Transformador

5 CARACTERIZAÇÃO DAS FUNÇÕES POR PAINEL

A topologia de cada instalação AT e MT é apresentada na memória descritiva do projeto-tipo correspondente.

As funções de proteção e as funções complementares residentes nos diversos dispositivos eletrônicos inteligentes (IED) são especificadas, no presente documento, para os seguintes painéis:

- Painel linha AT (LAT);
- Painel barras AT (BAT);
- Painel linha/transformador AT (LAT/TPAT);
- Painel transformador de potência lado AT (TPAT);
- Painel transformador de potência lado MT (TPMT);
- Painel bateria de condensadores (BCMT);
- Painel linha MT (LMT);
- Painel transformador de serviços auxiliares e reactância de neutro (TSA+RN).

5.1 Painel Linha AT

5.1.1 Prescrições Gerais

Requisito	Descrição
R 1	<p>Distribuição de funções</p> <p>As funções Proteção de Máxima Intensidade de Fase [MIF], Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [MIH] e Proteção de Máxima Intensidade Homopolar Direcional [MIHD] devem ser distribuídas por dois equipamentos distintos (IED1 e IED2), garantindo a duplicação das funções. As restantes funções de proteção devem encontrar-se residentes na unidade principal (IED2).</p>
R 2	<p>Lógica programável</p> <p>Os IED devem ser dotados de lógica programável, para permitir implementar, de uma forma flexível, condições específicas (religação associada a cada escalão, bloqueios, REE, ...).</p>
R 3	<p>Grupos de Parâmetros</p> <p>Os IED devem ser dotados no máximo de 5 grupos de parâmetros, dos quais um deverá ficar como reserva.</p>
R 4	<p>Disponibilização em SCADA</p> <p>Deve ser disponibilizado para SCADA a informação do conjunto de parâmetros ativos.</p>

5.1.2 Proteção Diferencial [87]

A função Proteção Diferencial (Dif) constitui a proteção principal de cabos subterrâneos ou linhas aéreas de AT, permitindo detetar e eliminar defeitos entre os transformadores de corrente (TC) localizados nos painéis AT que interligam as respetivas instalações AT.

Requisito	Descrição
R 5	<p>Processamento independente de fase</p> <p>A função Proteção Diferencial residente em cada um dos IED localizados nos extremos do cabo/linha deve possuir um processamento independente por fase, de modo a efetuar a</p>

Requisito	Descrição
	comparação vetorial das correntes. O tempo total de operação da proteção deve ser inferior a 30 ms.
R 6	Saturação dos TC A característica de disparo da função proteção diferencial deve apresentar uma elevada estabilidade à saturação dos TC.
R 7	Interoperabilidade entre extremos da linha AT As unidades de proteção diferencial instaladas em cada extremo da linha AT têm que garantir a correta comunicação e interoperabilidade entre ambas. <i>Nota: Em regra devem ser da mesma marca e modelo e ter a mesma versão de firmware.</i>

5.1.3 Proteção de Distância [21]

A função Proteção de Distância (PDist) constitui uma das funções de proteção de linhas de AT, pois a sua característica de funcionamento tempo-distância permite obter um funcionamento rápido e seletivo na deteção de defeitos entre fases e fase-terra.

Requisito	Descrição
R 8	Escalões A função deve possuir cinco escalões de medida direcionais com característica poligonal e regulação independente dos alcances resistivo (R) e reativo (X) de cada um dos escalões, para defeitos fase-fase e fase-terra, funcionando um dos escalões como alongamento do 1º escalão (escalão alongado).
R 9	Backup à função diferencial A função deverá desempenhar uma função de <i>backup</i> face à função Proteção Diferencial e permitir a eliminação de defeitos no barramento AT nas instalações AT localizadas nos extremos do mesmo cabo/linha (zona não protegida pela função Proteção Diferencial de cabo).
R 10	Escalão Alongado e 1º Escalão O 1.º escalão e escalão alongado devem poder ser inibidos pela sinalização da ativação da função diferencial, sendo esta situação realizada pela conformidade da operacionalidade do canal de comunicações (nomeadamente sinalização de falha de comunicações)
R 11	Independência entre escalões A função Proteção de Distância deve possuir um processamento independente por escalão e por tipo de defeito. A cada um destes escalões deve estar associada uma temporização de disparo independente. O tempo total de operação da proteção deve ser inferior a 30 ms.

Requisito	Descrição
R 12	<p>Automatismo de religação</p> <p>Ao escalão alongado deve ser associada exclusivamente a função de automatismo religação rápida e/ou lenta de disjuntores”. Este escalão deverá ficar fora de serviço caso o automatismo também esteja.</p>
R 13	<p>Defeito no circuito BT dos TT</p> <p>A existência de defeito no circuito BT dos TT não deve despoletar a atuação da função Proteção de Distância. Deve ser prevista a deteção de defeitos e ser garantida a inibição da função Distância.</p> <p><i>Nota: normalmente realizada pela informação do contacto auxiliar de estado do disjuntor de TT.</i></p>

5.1.4 Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]

Requisito	Descrição
R 14	<p>Níveis da função Máxima Intensidade de fase</p> <p>A função Proteção de Máxima Intensidade de Fase (MIF) deve ser trifásica, com pelo menos dois níveis de deteção ($I >$ e $I >>$) e de funcionamento por tempo independente.</p>
R 15	<p>Independência da Função MIF</p> <p>A função Proteção de MIF deve estar permanentemente em serviço sendo independente de uma eventual inibição ou bloqueio das funções Proteção de Distância e Proteção Diferencial.</p>

5.1.5 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar Direcional [67N]

Requisito	Descrição
R 16	<p>Níveis da função Máxima Intensidade Homopolar Direcional</p> <p>A função Proteção de Máxima Intensidade Homopolar Direcional (MIHD) deve ter dois níveis de deteção ($I_{od} >$ e $I_{od} >>$) com funcionamento por tempo independente ou tempo inverso (segundo a norma IEC 60255: tempo normalmente inverso, tempo muito inverso e tempo extremamente inverso).</p>
R 17	<p>Aquisição da Medida U0</p> <p>A função de MIHD deve utilizar a tensão homopolar calculada através de soma interna.</p>

5.1.6 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [50N]

Requisito	Descrição
R 18	<p>Níveis da função Máxima Intensidade Homopolar</p> <p>A função Proteção de Máxima Intensidade Homopolar (MIH) deve ter dois níveis de deteção ($I_o >$ e $I_o >>$) com funcionamento por tempo independente ou tempo inverso (segundo a norma IEC 60255: tempo normalmente inverso, tempo muito inverso e tempo extremamente inverso).</p>

5.1.7 Ligação Sobre Defeito [50HS]

Requisito	Descrição
R 19	<p>Ativação da função Ligação Sobre Defeito</p> <p>A função Ligação Sobre Defeito deve tornar-se ativa pela ligação manual do disjuntor de linha e permanecer ativa durante um tempo especificado.</p>
R 20	<p>Atuação da função Ligação Sobre Defeito</p> <p>Quando existe um defeito, no momento de fecho do disjuntor, que provoque o arranque da zona alongada da Proteção de Distância a função Ligação Sobre Defeito deve atuar e provocar o disparo do disjuntor associado.</p>
R 21	<p>Bloqueio da função Ligação sobre Defeito</p> <p>Para evitar disparos com transitórios de ligação de Transformadores de Potência AT/MT, a função deve ser bloqueável quando existir uma relação elevada entre a componente de 2ª harmónica e a componente fundamental da corrente.</p>

5.1.8 Power Swing Detection [68]

A função *Power Swing Detection* tem o objetivo de detetar oscilações de potência no sistema de distribuição, bloqueando a função de Proteção Distância, com o intuito de impedir a sua atuação intempestiva.

Requisito	Descrição
R 22	<p>Característica da função Power Swing Detection</p> <p>A função deve apresentar uma característica de medida do tipo poligonal (quadrilateral), semelhante à da Função de Distância, existindo, no entanto, duas zonas: uma interna e outra externa.</p>
R 23	<p>Bloqueios</p> <p>Caso a duração da oscilação de potência exceda o valor configurado, deve ser enviado o sinal de bloqueio à função de distância, evitando a sua atuação intempestiva.</p>

5.1.9 Deteção de Condutor Partido [46]

Requisito	Descrição
R 24	<p>Característica da função Deteção de Condutor Partido</p> <p>A função Deteção de Condutor Partido deve detetar a interrupção de uma fase na linha a proteger podendo ser baseada no aparecimento da componente inversa da corrente ou na diferença de corrente entre as fases, desde que seja garantida a deteção eficaz da assimetria da rede resultante deste tipo de defeito.</p>

Requisito	Descrição
R 25	<p>Atuação</p> <p>A função deve atuar com base na relação entre a corrente inversa e direta da linha, considerando um valor mínimo de corrente inversa para atuação. A função apenas contempla nível de alarme.</p>

5.1.10 Verificação de Sincronismo [25]

A função Verificação de Sincronismo destina-se a garantir as condições de sincronismo entre sistemas provenientes de fontes de energia distintas (diferentes pontos injetores, Produção em Regime Especial (PRE)).

Requisito	Descrição
R 26	<p>Modos de Funcionamento</p> <p>Devem ser previstos os seguintes modos de funcionamento para verificação das condições de fecho de um determinado disjuntor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “barramento morto/linha morta”; • “barramento morto/linha viva”; • “barramento vivo/linha morta”; • “barramento vivo/linha viva”.
R 27	<p>Permissão de ligar o disjuntor</p> <p>A permissão de ligar do disjuntor deve estar condicionada pelo desvio da amplitude de tensão (ΔU), da frequência (Δf) e da desfasagem ($\Delta \varphi$).</p>
R 28	<p>Inibição da função</p> <p>A função deve ser inibida pelo disparo de qualquer um dos disjuntores de proteção dos secundários dos transformadores de tensão (linha ou barramento).</p>
R 29	<p>Fecho sem verificação</p> <p>A função deve poder ser configurada para permitir a ordem de fecho do disjuntor sem qualquer verificação das condições referidas anteriormente, sempre que tal seja pretendido.</p>

5.1.11 Funções Complementares

5.1.11.1 Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]

Requisito	Descrição
R 30	<p>Falha de disjuntor</p> <p>Sempre que é emitida uma ordem de desligar ao disjuntor, por atuação de uma função de proteção ou por proteções próprias e esta não for cumprida, então, ao fim de um tempo parametrizável (100 a 500ms) deve ser emitida uma ordem de desligar ao disjuntor imediatamente a montante e uma sinalização com a designação “Disparo por falha de disjuntor”.</p>

5.1.11.2 Monitorização do Disjuntor

Requisito	Descrição
R 31	Características Para efeitos de manutenção do disjuntor, deve poder ser calculada, armazenada e disponibilizada no local e/ou à distância, a informação da energia cumulativa cortada pelo disjuntor do painel (I.t ou I2.t), assim como, o número de manobras de abertura e de fecho do disjuntor.

5.1.11.3 Localizador de Defeitos [21FL]

Requisito	Descrição
R 32	Distância ao Defeito De forma a facilitar a localização de um defeito permanente na linha a proteger, deve ser disponibilizada a informação, no local e à distância, da distância ao defeito (em km).
R 33	Resistência e Reactância A função deve enviar os valores da resistência e da reactância do defeito, cuja medida é efetuada pelo IED.

5.1.11.4 Registo Cronológico de Eventos

Requisito	Descrição
R 34	Características da função Esta função deve poder registar todas as atuações de funções de proteção e funções complementares, assim como todos os sinais digitais externos e alarmes internos do sistema. Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505.

5.1.11.5 Osciloperturbografias

Requisito	Descrição
R 35	Características da função Esta função deve registar as formas de onda de todas as grandezas analógicas e as transições de todos os sinais digitais (internos e externos), sempre que uma das condições de arranque seja ativada. Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505 e o Guia Geral de Proteção e Automação da Rede Nacional de Distribuição.

5.1.12 Regimes de Exploração

Requisito	Descrição
R 36	Regimes de Exploração O painel de linha AT deve poder funcionar em Regime Normal de Exploração (RNE) ou em Regime Especial de Exploração (REE), sendo este último utilizado em situação de trabalhos em tensão (TET) na rede.
R 37	Seleção do Regime de Exploração A escolha do regime de exploração é efetuada ao nível do painel, através do Interface Humano-Máquina (IHM) do IED e/ou através de comando à distância. A alteração do regime de exploração deve ter em conta o funcionamento de cada uma das funções de proteção.
R 38	Regime Normal de Exploração - Características <ol style="list-style-type: none"> função Proteção de Distância e/ou função Proteção Diferencial em serviço com a função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores” associado; funções Proteção de MIF, Proteção de MIH e Proteção de MIHD temporizadas.
R 39	Regime Especial de Exploração - Características <ol style="list-style-type: none"> inibição da função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”; função Proteção de Distância e/ou função Proteção Diferencial em serviço; função Proteção de Distância com escalão alongado permanentemente em serviço; função Proteção de MIF com atuação de disparo temporizada; funções Proteção de MIH e Proteção de MIHD com atuação de disparo instantânea; disparo pela função supervisão de TTs (barramento); disparo pela função de watchdog.

5.1.13 Ensaio das Funções de Proteção

Requisito	Descrição
R 40	Módulos de Teste Deve ser prevista a instalação de módulos de teste que permitam a execução de ensaios às diferentes funções de proteção, com interrupção das ordens de disparo, fecho das correntes provenientes dos TC e interrupção das tensões provenientes dos TT.

5.1.14 Características Técnicas

Relativamente a cada uma das funções de proteção e complementares atrás apresentadas, devem ser consideradas as seguintes características técnicas apresentadas.

Requisito	Função	Características	Gamas
R 41	Geral	Frequência nominal (F_n)	50 Hz
		Tensão nominal (U_n)	$100/\sqrt{3}$ ou $110/\sqrt{3}$
		Corrente nominal (I_n)	1A / 5A
		Tensão de alimentação auxiliar (U_{cc})	110 V _{cc}
		Tensão máxima	

Requisito	Função	Características	Gamas
		- regime permanente	1.5 U _n
		- durante 1 s	2.5 U _n
		Corrente máxima	
		- regime permanente	4 I _n
		- durante 1 s	100 I _n
R 42	Distância [21]	Nº de escalões	5
		Tempo total de operação ¹	≤ 30 ms
		Arranque da função PDist	Mínimo Z
		Característica da zona de arranque	Poligonal
		Critérios de arranque (para 1A) ⁽¹⁾ :	
		- regulações de impedância alcance resistivo / reativo	0.1 a 150 Ω/fase, passos de 0,01
		- sobreposição de carga fase-fase/fase-terra	0.1 a 150 Ω/fase, passos de 0,01
		- ângulo de carga	0 a 60 °, passos de 1°
		Característica da zona de medida	Poligonal c/ direcção seleccionável
		Critérios de medida (para 1A/100V) ⁽¹⁾ :	
		- regulações de impedância alcance resistivo / reativo	0.1 a 150 Ω/fase, passos de 0,01
		- Corrente mínima de operação	10% I _n
- Temporização independente por zona	0 a 5 s, passos de 0,01s		
R 43	Diferencial de Linha/ Cabo [87]	Tempo total de operação	≤ 30 ms
		Curva de disparo	
		- regulação de base	20% a 50% I _n
		- razão funcionamento 1	25% a 50% I _n
R 44	Ligação sobre defeito [50HS]	Bloqueio à 2.ª harmónica	10% a 50% da fundamental
		Temporização	1 s ⁽²⁾
R 45	Condutor partido [46]	Corrente mínima por fase	10 % I _n
		Assimetria mínima (relação entre corrente máxima e mínima nas fases)	20% da máx. I de fase
		Corrente inversa	0,5 a 15 I _n
		Temporização	0 a 60 s, passos de 1 s
R 46	Supervisão do circuito dos TT	Componente homopolar	
		- tensão de operação	3U _o > 20% U _n / √3
		- corrente de operação	3I _o < 20% I _n
		Componente inversa	
		- tensão de operação	3U ₂ > 20% U _n / √3
- corrente de operação	3 I ₂ < 20% I _n		
R 47	Máxima Intensidade de Fase [50]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Corrente de arranque	50% a 1000% I _n , passos de 5%
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
R 48	Máxima Intensidade Homopolar	Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
		N.º de níveis	≥ 2
		Corrente homopolar de arranque	5% a 300% de I _n , passos de 5%
		Tensão de polarização mínima	1% U _n

¹ Tempo total de operação=Tempo de processamento + tempo de atuação da saída de disparo da proteção

Requisito	Função	Características	Gamas
	Direccional [67N]	Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Característica de atuação	
		- tempo independente	0 a 5 s, passos de 0,01 s
		- normalmente inverso (NI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
		- muito inverso (VI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
		- extremamente inverso (EI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
R 49	Máxima Intensidade Homopolar [50N]	N.º de níveis	≥ 2
		Corrente homopolar de arranque	5% a 300% de I_n , passos de 5%
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Característica de atuação	
		- tempo independente	0 a 5 s, passos de 0,01 s
		- normalmente inverso (NI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
		- muito inverso (VI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
		- extremamente inverso (EI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
R 50	Power Swing Detection [68]	Característica da zona	Poligonal
		Nº de zonas	1 zona interna; 1 zona externa
		Variação de resistência no tempo	0 a 200 Ω/s , passos de 1 Ω/s
		Tempo independente	0,01 a 32 s, passos de 0,01s
R 51	Verificação de sincronismo [25]	Verificação do sincronismo	
		- desvio de frequência	50 a 500 mHz, passos de 10
		- desvio de tensão	5 a 50% U_n , passos de 1%
		- desvio de fase	5 a 75°, passos de 1º
		Ligação de linha	
		- nível alto de tensão	70 a 100% U_n , passos de 1%
		- nível baixo de tensão	10 a 80% U_n , passos de 1%
		- tempo de ligação	0 a 10 s, passos de 0,01
		Tempo de operação	
		- verificação de sincronismo	entre 180 ms a 200 ms
		- verificação de linha s/ tensão	entre 65 e 95 ms
R 52	Localizador de defeito [21FL]	Reatância/km	0.05 a 5 Ω/km
		Precisão	$\leq 5\%$
R 53	Falha de Disjuntor [50BF]	Temporização	100 a 500 ms, passos de 0,001 s
		Tempo de mensagem	≤ 50 ms

(1) Caso os valores secundários dos TC e TT sejam de 5A e/ou 110 V as gamas definidas devem assegurar os valores primários correspondentes.

(2) Tempo após o fecho do disjuntor

5.2 Painel Barras + Interbarras AT

5.2.1 Prescrições Gerais

Requisito	Descrição
R 54	<p>Lógica Programável</p> <p>Os IED devem ser dotados de lógica programável, para permitir implementar, de uma forma flexível, condições específicas de funcionamento (bloqueios e encravamentos).</p>
R 55	<p>Funções de proteção</p> <p>Ao barramento de AT existente nas instalações-tipo objeto do presente documento devem estar associadas as funções de proteção seguidamente enumeradas.</p>

5.2.2 Proteção Diferencial de Barras [87]

A função de Proteção Diferencial de Barras (Dif) constitui a proteção principal do barramento AT, permitindo detetar e eliminar instantaneamente (tempo total de operação inferior a 20 ms) defeitos entre os transformadores de corrente (TC) localizados nos painéis AT interligados no mesmo barramento.

Requisito	Descrição
R 56	<p>Imagem da topologia de exploração da instalação</p> <p>O sistema de Proteção Diferencial deve ter a cada momento uma imagem da topologia de exploração da instalação, assim como das correntes que circulam em cada um dos diferentes painéis AT.</p>
R 57	<p>Atualização da imagem da topologia de exploração</p> <p>A imagem de configuração de exploração da instalação deve ser atualizada a partir da supervisão contínua dos contactos auxiliares da aparelhagem AT, nomeadamente do seccionador de barras de cada painel e do disjuntor de inter-barras (no caso deste existir). Com base nesta imagem e a partir das correntes dos diferentes painéis, os algoritmos desta função devem determinar seletivamente a existência ou não de defeito.</p>
R 58	<p>Inconsistência de informações</p> <p>Sempre que se verifique inconsistência nas informações provenientes dos contactos auxiliares da aparelhagem AT, o sistema de proteção deve sinalizar uma situação de discordância de aparelhagem. Nesse caso, uma vez que a imagem da configuração de exploração da instalação deixa de ser fiável, é sinalizada a inibição da manobra da aparelhagem AT e a proteção Diferencial deve ficar bloqueada, esta sinalização apenas deve desaparecer depois de todos os órgãos estarem numa posição válida (aberto ou fechado).</p>
R 59	<p>Atraso da discordância de aparelhagem</p> <p>Uma vez que durante a manobra de um seccionador a sua posição não está definida, a deteção da discordância de aparelhagem deve poder ser atrasada, num tempo superior ao tempo de manobra do seccionador.</p>

Requisito	Descrição
R 60	<p>Patamares de atuação da função</p> <p>A função de proteção diferencial deve possuir dois patamares de atuação: um primeiro patamar de alarme e um segundo patamar de disparo dos disjuntores dos painéis associados à zona afetada.</p>
R 61	<p>Bloqueio e desbloqueio</p> <p>Caso se venha a verificar a atuação desta função de proteção, a ligação dos disjuntores só pode ser efetuada depois de inspeção ao equipamento AT, devendo o sistema de proteção ficar bloqueado. O desbloqueio deste deve ser obrigatoriamente e exclusivamente realizado através de uma botoneira existente no painel da unidade central, ou em alternativa, nas botoneiras existentes junto de cada unidade de painel.</p>
R 62	<p>Corte de corrente contínua</p> <p>O corte da corrente contínua de qualquer um dos painéis deve implicar o bloqueio da função de proteção diferencial.</p>
R 63	<p>Características principais</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. processamento independente por fase, de modo a efetuar a comparação vectorial das correntes; 2. sistema constituído por unidades trifásicas; 3. o sistema de proteção deve ser estável perante situações de defeitos externos às zonas a proteger e de saturação dos TC; 4. sistema de supervisão contínua dos diversos componentes; 5. não deve necessitar de TC intermediários, devendo a relação de transformação dos TC ser parametrizável por software; 6. os IED devem possuir um interface próprio com o operador, permitindo visualizar o valor das correntes medidas e da corrente diferencial, o estado do sistema, a posição da aparelhagem, os sinais de disparo e outras informações relevantes, deve ainda possuir uma porta para comunicação com um PC portátil; 7. deve ser modular, permitindo uma fácil expansão do sistema.

5.2.3 Verificação de Sincronismo [25]

A função Verificação de Sincronismo destina-se a garantir as condições de sincronismo entre sistemas provenientes de fontes de energia distintas (diferentes pontos injetores, PRE).

Requisito	Descrição
R 64	<p>Condições de Fecho</p> <p>Deve verificar as condições de fecho de um determinado disjuntor, o qual interliga os barramentos AT da instalação.</p>

Requisito	Descrição
R 65	<p>Condições à permissão de ligar o disjuntor</p> <p>A permissão de ligar do disjuntor é condicionada pelo desvio da amplitude de tensão (ΔU), da frequência (Δf) e da defasagem ($\Delta \varphi$).</p>
R 66	<p>Inibição da função</p> <p>A função deve ser inibida pelo disparo de qualquer um dos disjuntores de proteção dos secundários dos transformadores de tensão (barramento I ou barramento II).</p>
R 67	<p>Configuração da função</p> <p>A função deve poder ser configurada para permitir a ordem de fecho do disjuntor sem qualquer verificação das condições referidas anteriormente.</p>

5.2.4 Funções Complementares

5.2.4.1 Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]

Requisito	Descrição
R 68	<p>Falha de disjuntor</p> <p>Sempre que é emitida uma ordem de desligar ao disjuntor, por atuação de uma função de proteção ou por proteções próprias e esta não for cumprida, então, ao fim de um tempo parametrizável (100 a 500ms) deve ser emitida uma ordem de desligar ao disjuntor imediatamente a montante e uma sinalização com a designação “Disparo por falha de disjuntor”.</p>

5.2.4.2 Registo Cronológico de Eventos

Requisito	Descrição
R 69	<p>Funcionalidades da função</p> <p>Esta função deve poder registar todas as atuações de funções de proteção e funções complementares, assim como todos os sinais digitais externos e alarmes internos do sistema.</p> <p>Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505.</p>

5.2.4.3 Osciloperturbografia

Requisito	Descrição
R 70	<p>Funcionalidades da função</p> <p>Esta função deve registar as formas de onda de todas as grandezas analógicas e as transições de todos os sinais digitais (internos e externos), sempre que uma das condições de arranque seja ativada.</p> <p>Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505 e o Guia Geral de Proteção e Automação da Rede Nacional de Distribuição.</p>

5.2.5 Ensaio das Funções de Proteção

Requisito	Descrição
R 71	<p>Módulos de teste</p> <p>Deve ser previsto a instalação de módulos de teste que permitam a execução de ensaios às diferentes funções de proteção, com interrupção das ordens de disparo, fecho das correntes provenientes dos TC e interrupção das tensões provenientes dos TT.</p>

5.2.6 Características Técnicas

As funções de proteção e funções complementares, atrás apresentadas, devem considerar as características técnicas apresentadas no quadro seguinte.

Requisito	Função	Características	Gamas
R 72	Geral	Frequência nominal (F_n)	50 Hz
		Tensão nominal (U_n)	$100/\sqrt{3}$ ou $110/\sqrt{3}$
		Corrente nominal (I_n)	1A / 5A
		Tensão de alimentação auxiliar (U_{cc})	110 V_{cc}
		Tensão máxima	
		- regime permanente	1.5 U_n
		- durante 1s	2.5 U_n
		Corrente máxima	
		- regime permanente	4 I_n
		- durante 1s	100 I_n
R 73	Diferencial de barras [87]	Tempo de operação	≤ 20 ms
		Razão de transformação TC	50...10000
		Arranque diferencial	
		- Corrente curto-circuito (I_{kmin})	500...6000 A ou
		- I/I_{norm} (I_{norm} – razão transformação mais elevada dos TC)	0.1...4
		- Factor de estabilização (k)	0.5...0.8
		Alarme diferencial	
		- Corrente curto-circuito (I_{kmin})	0.05...0.5 I_{kmin}
- I/I_{norm} (I_{norm} – razão transformação mais elevada dos TC)	0.05...4		
R 74	Verificação de sincronismo [25]	Verificação do sincronismo	
		- desvio de frequência	50 a 500 mHz, passos de 10
		- desvio de tensão	5 a 50% U_n , passos de 1%
		- desvio de fase	5 a 75°, passos de 1°
		Ligação de linha	
		- patamar alto de tensão	70 a 100% U_n , passos de 1%
		- patamar baixo de tensão	10 a 80% U_n , passos de 1%
		- tempo de ligação	0 a 10 s, passos de 0,01
		Tempo de operação	
		- verificação de sincronismo	entre 180 ms a 200 ms
- verificação de linha sem tensão	entre 65 e 95 ms		
R 75	Falha de Disjuntor [50BF]	Temporização	100 a 500 ms, passos de 0,001 s
		Tempo de mensagem	≤ 50 ms

5.3 Painel Linha/Transformador AT

5.3.1 Prescrições Gerais

Requisito	Descrição
R 76	<p>Distribuição das funções</p> <p>As funções de proteção devem ser distribuídas por dois equipamentos distintos (IED1 e IED2), garantindo pelo menos, a duplicação das funções Proteção de MIF e Proteção de MIH. As restantes funções devem encontrar-se residentes na unidade principal (IED2).</p>
R 77	<p>IED</p> <p>Os IED devem ser dotados de lógica programável, para permitir implementar, de uma forma flexível, condições específicas (bloqueios e encravamentos).</p>
R 78	<p>Grupos de parâmetros</p> <p>Os IED devem ser dotados no máximo de 5 grupos de settings, dos quais um deverá ficar como reserva.</p>
R 79	<p>Informação em SCADA</p> <p>Deve ser disponibilizado para SCADA a informação do conjunto de parâmetros ativo.</p>

5.3.2 Proteção Diferencial [87]

A função Proteção Diferencial (Dif) constitui a proteção principal de cabos ou linhas aéreas de AT, permitindo detetar e eliminar defeitos entre os TC localizados nos painéis AT que interligam as respetivas instalações AT.

Requisito	Descrição
R 80	<p>Processamento independente</p> <p>A função Proteção Diferencial residente em cada um dos IED localizados nos extremos do cabo/linha deve possuir um processamento independente por fase, de modo a efetuar a comparação vetorial das correntes. O tempo total de operação da proteção deve ser inferior a 30 ms.</p>
R 81	<p>Característica de disparo</p> <p>A característica de disparo da função Proteção Diferencial deve apresentar uma elevada estabilidade à saturação dos TC.</p>

5.3.3 Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]

Requisito	Descrição
R 82	<p>Níveis da função</p> <p>A função Proteção de Máxima de Intensidade de Fase (MIF) deve ser trifásica, com pelo menos dois níveis de deteção ($I >$ e $I >>$) e de funcionamento por tempo independente.</p>

Requisito	Descrição
R 83	<p>Independência da função diferencial</p> <p>A função Proteção de MIF deve estar permanentemente em serviço sendo independente de uma eventual inibição ou bloqueio da função diferencial.</p>

5.3.4 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [50N]

Requisito	Descrição
R 84	<p>Níveis da função</p> <p>A função Proteção de Máxima de Intensidade Homopolar (MIH) deve ter dois níveis de detecção ($I_{0>}$ e $I_{0>>}$) com funcionamento por tempo independente ou tempo inverso (da norma IEC 60255: tempo normalmente inverso, tempo muito inverso e tempo extremamente inverso).</p>

5.3.5 Proteção Diferencial de Transformador [87T]

A função Proteção Diferencial constitui a proteção principal do Transformador de Potência AT/MT (TP), tem como objetivo reduzir ao mínimo as consequências nefastas de uma avaria ou defeito interno no TP.

Requisito	Descrição
R 85	<p>Funcionalidades da função</p> <p>A função deve detetar instantaneamente uma situação de defeito na zona protegida, zona compreendida entre os TC do lado AT e do lado MT do TP, a partir da comparação vectorial das correntes dos dois lados do transformador.</p>
R 86	<p>Defeitos externos ao TP e saturação dos TC</p> <p>A característica de disparo da função Proteção Diferencial deve permitir uma elevada estabilidade a defeitos externos ao TP e à saturação dos TC.</p>
R 87	<p>Bloqueio da função</p> <p>Deve permitir o bloqueio desta função durante a ligação do TP ou caso ocorra a sobre-excitação do mesmo.</p>
R 88	<p>Compensação de amplitude e fase</p> <p>A função Proteção Diferencial deve efetuar internamente a compensação da amplitude e de fase dos valores de intensidade de corrente a comparar de acordo com o esquema de ligações do TP.</p>

5.3.6 Unidade de Teledisparo [85]

O objetivo das unidades de teledisparo é permitir a eliminação dos defeitos localizados ao longo da linha ou no TP AT, por atuação remota do disjuntor a montante na LAT, devido a disparos nas proteções da instalação onde a unidade de teledisparo está inserida. Esta proteção é aplicável em situações de chegada direta a TP, quando não há disjuntor AT na instalação a montante.

Requisito	Descrição
R 89	<p>Funções próprias e diferenciais</p> <p>As funções próprias e diferenciais que deem disparo ao TP MT devem provocar disparo das LAT a montante.</p>
R 90	<p>Monitor de arco interno</p> <p>Se o monitor de arco interno atuar no compartimento da chegada (caixa de fim de cabo com o disjuntor), deverá provocar disparo nas LAT a montante.</p>

5.3.7 Proteção diferencial restrita [87N]

Requisito	Descrição
R 91	<p>Deteção de defeito</p> <p>A função deve detetar instantaneamente uma situação de defeito na zona protegida, zona compreendida entre os TC do lado MT do TP e do toro da reactância.</p>
R 92	<p>Estabilidade a defeitos</p> <p>A característica de disparo da função Proteção Diferencial deve permitir uma elevada estabilidade a defeitos externos à zona de proteção e à saturação dos TC.</p>
R 93	<p>Bloqueio</p> <p>Deve permitir o bloqueio desta função durante a ligação do TP ou caso ocorra a sobre-excitação do mesmo.</p>
R 94	<p>Compensação de amplitude e fase</p> <p>Deve efetuar internamente a compensação da amplitude e de fase dos valores de intensidade de corrente a comparar de acordo com o esquema de ligações do TP.</p>

5.3.8 Proteção de Máximo de Tensão Homopolar [59N]

Requisito	Descrição
R 95	<p>Bloqueio de deslastre/reposição de frequência</p> <p>A função de máximo de tensão homopolar do lado do TP AT deverá poder bloquear a função de automatismo de deslastre/reposição de frequência.</p> <p>Nota: <i>tensão homopolar U0 é obtida por cálculo interno.</i></p>

Funções Complementares

5.3.8.1 Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]

Requisito	Descrição
R 96	Falha de disjuntor Sempre que é emitida uma ordem de desligar ao disjuntor, por atuação de uma função de proteção ou por proteções próprias e esta não for cumprida, então, ao fim de um tempo parametrizável (100 a 500ms) deve ser emitida uma ordem de desligar ao disjuntor imediatamente a montante e uma sinalização com a designação “Disparo por falha de disjuntor”.

5.3.8.2 Registo Cronológico de Eventos

Requisito	Descrição
R 97	Registo de atuações A função deve registar todas as atuações de funções de proteção e funções complementares, assim como todos os sinais digitais externos e alarmes internos do sistema.
R 98	Exportação de registos Deve ser possível exportar, em formato digital, os eventos existentes nos IED para um formato compatível com a aplicação <i>Microsoft Excel</i> .
R 99	Transferência automática Deve ser prevista a transferência automática e periódica (parametrizável) dos registos para o PCL.
R 100	Documento Normativo Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505.

5.3.8.3 Osciloperturbografia

Requisito	Descrição
R 101	Registo de atuações Esta função deve registar as formas de onda de todas as grandezas analógicas e as transições de todos os sinais digitais (internos e externos), sempre que uma das condições de arranque seja ativada.
R 102	Documento Normativo Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505 e o Guia Geral de Proteção e Automação da Rede Nacional de Distribuição.

5.3.9 Regimes de Exploração

Requisito	Descrição
R 103	<p>Regimes de Exploração</p> <p>O painel de linha AT deve poder funcionar em Regime Normal de Exploração (RNE) ou em Regime Especial de Exploração (REE), sendo este último utilizado em situação de trabalhos em tensão (TET) na rede.</p>
R 104	<p>Seleção do Regime de Exploração</p> <p>A escolha do regime de exploração é efetuada ao nível do painel, através do Interface Humano-Máquina (IHM) do IED e/ou através de comando à distância. A alteração do regime de exploração deve ter em conta o funcionamento de cada uma das funções de proteção.</p>
R 105	<p>Regime Normal de Exploração - Características</p> <ol style="list-style-type: none"> função Proteção de Distância e/ou função Proteção Diferencial em serviço com a função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores” associado; funções Proteção de MIF, Proteção de MIH e Proteção de MIHD temporizadas.
R 106	<p>Regime Especial de Exploração – Características</p> <ol style="list-style-type: none"> inibição da função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”; função Proteção de Distância e/ou função Proteção Diferencial em serviço; função Proteção de Distância com escalão alongado permanentemente em serviço; função Proteção de MIF com atuação de disparo temporizada; funções Proteção de MIH e Proteção de MIHD com atuação de disparo instantânea; disparo pela função supervisão de TTs; disparo pela função de watchdog.

5.3.9.1 Regime Normal de Exploração

Requisito	Descrição
R 107	<ol style="list-style-type: none"> função Proteção de Distância e/ou função Proteção Diferencial em serviço com a função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores” associado; funções Proteção de MIF, Proteção de MIH e Proteção de MIHD temporizadas.

5.3.10 Ensaio das Funções de Proteção

Requisito	Descrição
R 108	<p>Módulos de teste</p> <p>Deve ser prevista a instalação de módulos de teste que permitam a execução de ensaios às diferentes funções de proteção, com interrupção das ordens de disparo e fecho das correntes provenientes dos TC.</p>

5.3.11 Características Técnicas

As funções de proteção e funções complementares, atrás apresentadas, devem considerar as características técnicas apresentadas nos quadros seguintes.

Requisito	Função	Características	Gamas
R 109	Geral	Frequência nominal (F_n)	50 Hz
		Corrente nominal (I_n)	1 A
		Tensão de alimentação auxiliar (U_{cc})	110 V_{cc}
		Corrente máxima	
		- regime permanente	4 I_n
		- durante 1s	100 I_n
R 110	Diferencial de Linha/Cabo [87]	Tempo total de operação	≤ 30 ms
		Curva de disparo	
		- regulação de base	20% a 50% I_n
		- razão funcionamento 1	25% a 50% I_n
		Tempo de Falha de Comunicação	0 – 1000s
R 111	Diferencial de Transformador [87T]	Tempo total de operação	≤ 35 ms
		Curva de disparo	
		- regulação de base	20% a 50% I_n
		- razão funcionamento 1	25% a 50% I_n
		- razão funcionamento 2	100% a 250% I_n
		Bloqueio 2.ª harmónica	10 % a 50 % da fundamental
		Bloqueio 5.ª harmónica	20 % a 60 % da fundamental
R 112	Máxima Intensidade de Fase [50]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Corrente de arranque	50% a 100% I_n , passos de 5%
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
R 113	Máxima Intensidade Homopolar [50N]	N.º de níveis	≥ 2
		Corrente homopolar de arranque	5% a 300% de I_n , passos de 5%
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Característica de atuação	
		- tempo independente	0 a 5 s, passos de 0.01 s
		- normalmente inverso (NI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
		- muito inverso (VI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
		- extremamente inverso (EI)	$k = (0,05-1,1)$, passos de 0,01
R 114	Diferencial Restrita [87N]	Tempo total de operação	≤ 30 ms
		Curva de atuação	
		- Corrente Diferencial	5% a 200% I_{TI} , passos de 0.01
		- Ângulo limite	0 a 180º, passos de 1º
		- Temporização	0.00 a 60.00,s passos de 0.01 s
R 115	Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes [59N]	N.º de níveis	≥ 1
		Ligação às tensões do barramento MT	1 % a 15 % U_n , passos de 1
		Informação de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 180 s, passos de 0,01
R 116	Falha de Disjuntor [50BF]	Temporização	100 a 500 ms, passos de 0,001 s
		Tempo de mensagem	≤ 50 ms

5.4 Painel Transformador de Potência AT

5.4.1 Prescrições Gerais

Requisito	Descrição
R 117	<p>IED</p> <p>As funções de proteção devem ser distribuídas por dois equipamentos de proteção distintos (IED1 e IED2), garantindo, pelo menos, a duplicação da função Proteção de MIF. As restantes funções de proteção devem encontrar-se residentes na unidade principal (IED2).</p>
R 118	<p>Lógica Programável</p> <p>Os IED devem ser dotados de lógica programável, para permitir implementar, de uma forma flexível, condições específicas (bloqueios e encravamentos).</p>

5.4.2 Proteção Diferencial de Transformador [87T]

A função Proteção Diferencial (Dif) constitui a proteção principal do transformador de potência AT/MT (TP). Tem como objetivo reduzir ao mínimo as consequências nefastas de uma avaria ou defeito interno no TP.

Requisito	Descrição
R 119	<p>Deteção de defeito</p> <p>A função deve detetar instantaneamente uma situação de defeito na zona protegida, zona compreendida entre os TC do lado AT e do lado MT do TP, a partir da comparação vectorial das correntes dos dois lados do TP.</p>
R 120	<p>Característica de disparo</p> <p>A característica de disparo da função Proteção Diferencial deve permitir uma elevada estabilidade a defeitos externos ao TP e à saturação dos TC.</p>
R 121	<p>Bloqueio da função</p> <p>Deve permitir o bloqueio da função durante a ligação do TP ou caso ocorra a sobre-excitação do mesmo.</p>
R 122	<p>Compensação da amplitude e da fase</p> <p>A função Proteção Diferencial deve efetuar internamente a compensação da amplitude e de fase dos valores de intensidade de corrente a comparar de acordo com o esquema de ligações do TP.</p>

5.4.3 Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]

Requisito	Descrição
R 123	<p>Níveis</p> <p>A função Proteção de Máxima de Intensidade de Fase (MIF) deve ser trifásica, com, pelo menos, dois níveis de deteção ($I >$ e $I >>$) e de funcionamento por tempo independente.</p>

5.4.4 Proteção diferencial restrita [87N]

Requisito	Descrição
R 124	Deteção de defeito A função deve detetar instantaneamente uma situação de defeito na zona protegida, zona compreendida entre os TC do lado AT e do lado MT do TP.
R 125	Estabilidade a defeitos A característica de disparo da função Proteção Diferencial deve permitir uma elevada estabilidade a defeitos externos à zona de proteção e à saturação dos TC.
R 126	Bloqueio Deve permitir o bloqueio desta função durante a ligação do TP ou caso ocorra a sobre-excitação do mesmo.
R 127	Compensação de amplitude e fase Deve efetuar internamente a compensação da amplitude e de fase dos valores de intensidade de corrente a comparar de acordo com o esquema de ligações do TP.

5.4.5 Proteção de Máximo de Tensão Homopolar [59N]

Requisito	Descrição
R 128	Bloqueio de deslastre/reposição de frequência A função de máximo de tensão homopolar do lado do TP AT deverá poder bloquear a função de automatismo de deslastre/reposição de frequência. <i>Nota: tensão homopolar U_0 é obtida por cálculo interno.</i>

5.4.6 Funções Complementares

5.4.6.1 Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]

Requisito	Descrição
R 129	Falha de disjuntor Sempre que é emitida uma ordem de desligar ao disjuntor, por atuação de uma função de proteção ou por proteções próprias e esta não for cumprida, então, ao fim de um tempo parametrizável (100 a 500ms) deve ser emitida uma ordem de desligar ao disjuntor imediatamente a montante e uma sinalização com a designação “Disparo por falha de disjuntor”.

5.4.6.2 Função de Monitorização do Disjuntor

Requisito	Descrição
R 130	<p>Manutenção do disjuntor</p> <p>Deve poder ser calculada, armazenada e disponibilizada no local e/ou à distância, a informação da energia cumulativa cortada pelo disjuntor do painel (I.t ou I².t), assim como, o número de manobras de abertura e de fecho do disjuntor.</p>

5.4.6.3 Registo Cronológico de Eventos

Requisito	Descrição
R 131	<p>Registo de atuações</p> <p>Esta função deve registar todas as atuações de funções de proteção e funções complementares, assim como todos os sinais digitais externos e alarmes internos do sistema.</p> <p>A função deve ter como referência a especificação DEF-C13-505.</p>

5.4.6.4 Osciloperturbografia

Requisito	Descrição
R 132	<p>Registo de oscilografias</p> <p>Esta função deve registar as formas de onda de todas as grandezas analógicas e as transições de todos os sinais digitais (internos e externos), sempre que uma das condições de arranque seja ativada.</p> <p>Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505 e o Guia Geral de Proteção Automação da Rede Nacional de Distribuição.</p>

5.4.7 Ensaio das Funções de Proteção

Requisito	Descrição
R 133	<p>Módulos de teste</p> <p>Deve ser prevista a instalação de módulos de teste que permitam a execução de ensaios às diferentes funções de proteção, com interrupção das ordens de disparo e fecho das correntes provenientes dos TC.</p>

5.4.8 Características Técnicas

As funções de proteção e funções complementares, atrás apresentadas, devem considerar as características técnicas apresentadas nos quadros seguintes.

Requisito	Função	Características	Gamas
R 134	Geral	Frequência nominal (F _n)	50 Hz
		Corrente nominal (I _n)	1 A
		Tensão de alimentação auxiliar (U _{cc})	110 V _{cc}
		Corrente máxima	

		- regime permanente	$4 I_n$
		- durante 1 s	$100 I_n$
R 135	Diferencial de Transformador [87T]	Tempo total de operação	≤ 35 ms
		Curva de disparo	
		- regulação de base	20% a 50% I_n
		- razão funcionamento 1	25% a 50% I_n
		- razão funcionamento 2	100% a 250% I_n
		Bloqueio 2.ª harmónica	10 % a 50 % da fundamental
		Bloqueio 5.ª harmónica	20 % a 60 % da fundamental
R 136	Máxima Intensidade de Fase [50]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Corrente de arranque	50% a 400% I_n , passos de 5
		Informação de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
R 137	Diferencial Restrita [87N]	Tempo total de operação	≤ 30 ms
		Curva de atuação	
		Corrente	5% a 200% I_{T1} , passos de 0.01
		Ângulo	0 a 180º, passos de 1º
		Tempo independente	0.00 a 60.00,s passos de 0.01 s
R 138	Máximo de Tensão Homopolar [59N]	N.º de níveis	≥ 1
		Ligação às tensões do barramento MT	1 % a 15 % U_n , passos de 1
		Informação de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 180 s, passos de 0,01
R 139	Falha de Disjuntor [50BF]	Temporização	100 a 500 ms, passos de 0,001 s
		Tempo de mensagem	≤ 50 ms

5.5 Painel Transformador de Potência lado MT (TPMT)

5.5.1 Prescrições Gerais

Requisito	Descrição
R 140	<p>Lógica programável</p> <p>Os IED devem ser dotados de lógica programável, para permitir implementar, de uma forma flexível, condições específicas (bloqueios e encravamentos).</p>
R 141	<p>Grupos de parâmetros</p> <p>Os IED devem ser dotados no máximo de 5 grupos de settings, dos quais um deverá ficar como reserva.</p>
R 142	<p>Disponibilização SCADA</p> <p>Deve ser disponibilizado para SCADA a informação do conjunto de parâmetros ativo.</p>

5.5.2 Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]

A função Proteção de MIF protege o barramento MT contra defeitos fase-fase, e desempenha um papel de reserva à função Proteção de MIF dos painéis associados ao barramento MT.

Requisito	Descrição
R 143	<p>Níveis</p> <p>A função Proteção de Máxima Intensidade de Fase (MIF) deve ser trifásica, com, pelo menos, dois níveis de deteção ($I >$ e $I >>$) e de funcionamento por tempo independente.</p>

5.5.3 Proteção de Mínimo de Tensão [27]

Requisito	Descrição
R 144	<p>Função</p> <p>A função Proteção de Mínimo de Tensão deve ser trifásica e associada a cada barramento de MT, tendo por missão desencadear a função de automatismo “reposição por regresso de tensão” especificada no documento DEF-C13-553.</p>
R 145	<p>Normalização de tensão</p> <p>Após o deslastre de cargas pela função “deslastre por falta de tensão”, e quando a tensão no painel normalizar, deve ser desencadeado o processo de reposição em serviço das cargas anteriormente deslastradas de acordo com a prioridade de cada painel.</p>
R 146	<p>Níveis</p> <p>A função deve ter dois níveis distintos ($U <$ e $U <<$) de deteção de mínimo de tensão, sendo um deles utilizado para a normalização da tensão (destinada à reposição).</p>

Requisito	Descrição
R 147	<p>Defeito no circuito BT dos TT</p> <p>Deve ser previsto a capacidade de deteção de qualquer defeito no circuito de BT dos TT ou da fusão de fusível MT, e garantida a inibição da função Proteção de Mínimo de Tensão ou de qualquer outra função de proteção dependente dos valores de tensão disponibilizados pelos TT.</p>
R 148	<p>Deslastre por falta de tensão</p> <p>Caso ocorra um defeito no circuito BT dos TT, esta informação deve ser tida em conta pela função de automatismo “deslastre por falta de tensão/reposição por regresso de tensão”, de modo a evitar disparos intempestivos.</p>

5.5.4 Proteção de Máximo de Tensão [59]

O objetivo da função é detetar situações de elevação anormal da tensão do barramento MT, desencadeando o disparo temporizado do disjuntor do painel de TPMT. (U>>)

Requisito	Descrição
R 149	<p>Níveis</p> <p>A função Proteção de Máximo de Tensão deve ser trifásica, com 2 níveis de deteção (U> e U>>), de funcionamento por tempo independente.</p>
R 150	<p>Nível máximo de tensão</p> <p>Deve ainda ser considerado um nível de máximo de tensão para a inibição das ordens de subir do regulador automático de tensão.</p>

5.5.5 Proteção de Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes [59N]

Quando o andar MT da subestação for explorado em regime de neutro isolado, a deteção de defeitos à terra resistivos no andar MT é efetuada através da função Proteção de Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes.

Requisito	Descrição
R 151	<p>Níveis</p> <p>Esta função de proteção deve ter um nível de deteção (Uo>), de funcionamento por tempo independente,</p>
R 152	<p>Atuação</p> <p>A função Proteção de Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes deve despoletar ordem de desligar temporizado dos painéis TPMT que alimentam o barramento em que se detetou o defeito. Deve atuar 3 minutos após o seu arranque.</p>
R 153	<p>Modo de funcionamento</p> <p>A função deve estar permanente ativa.</p>

5.5.6 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Barras MT [50N]

A função de proteção deve detetar defeitos fase-terra pouco resistivos localizados no barramento de MT e serve, ainda, como reserva às funções de proteção idênticas instaladas nos painéis de saída.

Requisito	Descrição
R 154	Níveis A função Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Barras MT (MIH-TP “PHB”) deve ter dois níveis de deteção ($I_{o>}$ e $I_{o>>}$), de funcionamento por tempo independente.
R 155	Medida de corrente A medida da corrente homopolar deve ser obtida a partir de um transformador toroidal instalado para o efeito, situado entre o ponto neutro da impedância limitadora (do próprio barramento) e o ponto de ligação à terra da instalação.
R 156	Conteúdo harmónico A medida da corrente deste IED não deve filtrar o conteúdo harmónico da corrente.
R 157	Modo de funcionamento Em regime de Neutro Impedante a função deve estar permanente ativa. Em regime de Neutro Isolado a função deve ser inibida

5.5.7 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Terras Resistentes [50N]

A função de proteção de máximo de intensidade homopolar de alta sensibilidade – Deteção de terra resistente - (DTR), é destinada a eliminar defeitos fase-terra de elevada resistência.

Requisito	Descrição
R 158	Níveis Deve ter 1 níveis de deteção ($I_{o>}$), de funcionamento por tempo independente ou tempo dependente.
R 159	Sensibilidade A função deve detetar defeitos monofásicos resistivos no barramento MT e serve como reserva da função PTR das saídas MT. A sua sensibilidade deve permitir detetar defeitos resistentes.
R 160	Disparo do TP A função deve dar origem ao disparo do TP associado ao barramento em que se deteta o defeito.

Requisito	Descrição
R 161	<p>Modo de funcionamento</p> <p>Em regime de Neutro Impedante a função deve estar permanente ativa.</p> <p>Em regime de Neutro Isolado a função deve ser inibida.</p>
R 162	<p>Conteúdo harmónico</p> <p>A medida da corrente deste IED não deve filtrar o conteúdo harmónico da corrente.</p>

5.5.8 Proteção de Frequência [81]

Requisito	Descrição
R 163	<p>Função</p> <p>A função Proteção de Mínimo de frequência deve ser trifásica e associada a cada barramento de MT, tendo por missão desencadear a função de automatismo “reposição por regresso de frequência” especificada no documento DEF-C13-554.</p>
R 164	<p>Níveis</p> <p>A função Proteção de Mínimo de Frequência deve ter três níveis ($F<$, $F<<$ e $F<<<$) de deteção de funcionamento por tempo independente, sendo um deles utilizado para normalização da frequência (destinado à reposição). O tempo de operação da proteção deve ser inferior a 80 ms.</p>
R 165	<p>Reposição por normalização de frequência</p> <p>Após deslastre, quando a frequência da rede normalizar, e após uma ordem voluntária de reposição, deve ser desencadeado o processo de reposição em serviço das cargas desligadas aquando do deslastre, especificado no documento DEF-C13-554.</p>

5.5.9 Funções Complementares

5.5.9.1 Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]

Requisito	Descrição
R 166	<p>Falha de disjuntor</p> <p>Sempre que é emitida uma ordem de desligar ao disjuntor do painel de TP MT, por atuação de uma função de proteção ou por proteções próprias e esta não for cumprida, então, ao fim de um tempo parametrizável (100 a 500ms) deve ser emitida uma ordem de desligar ao disjuntor imediatamente a montante e uma sinalização com a designação “Disparo por falha de disjuntor”.</p>

5.5.9.2 Função de Monitorização do Disjuntor

Requisito	Descrição
R 167	<p>Manutenção do disjuntor</p> <p>Deve poder ser calculada, armazenada e disponibilizada no local e/ou à distância, a informação da energia cumulativa cortada pelo disjuntor do painel (I.t ou I².t), assim como, o número de manobras de abertura e de fecho do disjuntor.</p>

5.5.9.3 Registo Cronológico de Eventos

Requisito	Descrição
R 168	<p>Registo das atuações</p> <p>Esta função deve poder registar todas as atuações de funções de proteção e funções complementares, assim como todos os sinais digitais externos e alarmes internos do sistema.</p> <p>Esta função deve ter como referência o especificado no DEF-C13-505.</p>

5.5.9.4 Osciloperturbografia

Requisito	Descrição
R 169	<p>Registo das atuações</p> <p>Esta função deve registar as formas de onda de todas as grandezas analógicas e as transições de todos os sinais digitais (internos e externos), sempre que uma das condições de arranque seja ativada.</p> <p>Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505 e o Guia Geral de Proteção e Automação da Rede Nacional de Distribuição.</p>

5.5.10 Ensaio das Funções de Proteção

Requisito	Descrição
R 170	<p>Módulos de teste</p> <p>Deve ser previsto a instalação de módulos de teste que permitam a execução de ensaios às diferentes funções de proteção, com interrupção das ordens de disparo e fecho das correntes provenientes dos TC e interrupção das tensões provenientes dos TT.</p>

5.5.11 Características Técnicas

As funções de proteção e funções complementares, atrás apresentadas, devem considerar as seguintes características técnicas:

Requisito	Função	Características	Gamas
R 171	Geral	Frequência nominal (F_n)	50 Hz
		Tensão nominal (U_n)	100/ $\sqrt{3}$ ou 110/ $\sqrt{3}$
		Corrente nominal (I_n)	1A / 5A

		Tensão de alimentação auxiliar (U_{cc})	110 V _{cc}
		Tensão máxima	
		- regime permanente	1.5 U _n
		- durante 1 s	2.5 U _n
		Corrente Máxima	
		- regime permanente	4 I _n
		- durante 1s	100 I _n
R 172	Máxima Intensidade de Fase [50]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Corrente de arranque	50% a 400% I _n , passos de 5
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,04
R 173	Mínimo de Tensão [27]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Dois patamares de tensão	20% a 100% de U _n em passos de 1%
		Informação de arranque	Até 50 ms
		Temporização	0 a 30 s em passos de 0.01 s
R 174	Máximo de Tensão [59]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Dois patamares de tensão	100% a 150% de U _n em passos de 1%
		Informação de arranque	Até 50 ms
		Tempo independente	0 a 30 s em passos de 0.01 s
R 175	Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes [59N]	N.º de níveis	≥ 1
		Ligação às tensões do barramento MT	1 % a 15 % U _n , passos de 1
		Informação de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 180 s, passos de 0,01
R 176	Frequência [81]	N.º de níveis	≥ 3
		Tempo de operação	≤ 80 ms
		Patamares de frequência	46 Hz a 54 Hz, passos de 0,01
R 177	Supervisão do circuito dos TT	Componente homopolar	
		- tensão de operação	$3U_o > 20\% U_n / \sqrt{3}$
		- corrente de operação	$3I_o < 20\% I_n$
		Componente inversa	
		- tensão de operação	$3U_2 > 20\% U_n / \sqrt{3}$
		- corrente de operação	$3 I_2 < 20\% I_n$
R 178	Máxima Intensidade Homopolar de Barras MT (PHB) [50N]	N.º de níveis	≥ 1
		Corrente homopolar	0,5 A a 400 A (corrente primária)
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 10 s, passos de 0,01
R 179	Máxima Intensidade Homopolar de Terras Resistentes (DTR) [50N]	N.º de níveis	≥ 1
		Corrente homopolar	0,5 A a 50 A (corrente primária)
		Tempo de mensagem de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,0 a 300 s, passos de 0,1
R 180	Falha de Disjuntor [50BF]	Temporização	100 a 500 ms, passos de 0,001 s
		Tempo de mensagem	≤ 50 ms

5.6 Painel Bateria de Condensadores

5.6.1 Prescrições Gerais

Requisito	Descrição
R 181	Lógica programável Os IED devem ser dotados de lógica programável, para permitir implementar, de uma forma flexível, condições específicas (bloqueios e encravamentos).

5.6.2 Desequilíbrio de Neutro [50N]

Requisito	Descrição
R 182	Defeitos internos nos escalões da bateria A função Proteção de Desequilíbrio de Neutro por escalão deve detetar situações de defeito interno nos escalões de bateria de condensadores (EBC), como por exemplo, a danificação de elementos capacitivos da unidade de condensadores.
R 183	Níveis Esta função de proteção deve ser monofásica, com dois níveis de deteção ($I_{0>}$ e $I_{0>>}$) de funcionamento por tempo independente.
R 184	Transferência automática Deve ser considerado, preferencialmente, no IED do painel do disjuntor principal a inclusão de entradas analógicas de corrente, para efeitos de registo de osciloperturbografia, e de entradas digitais, para efeitos da aquisição das informações provenientes daqueles equipamentos.
R 185	Conteúdo harmónico As medidas da corrente de desequilíbrio de neutro deste IED não devem filtrar o conteúdo harmónico.

5.6.3 Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]

Requisito	Descrição
R 186	Níveis A função Proteção de Máxima Intensidade de Fase (MIF) deve ser trifásica, com dois níveis de deteção ($I_{>}$ e $I_{>>}$) de funcionamento por tempo independente.
R 187	Conteúdo harmónico A medida da corrente deste IED não deve filtrar o conteúdo harmónico da corrente.

5.6.4 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [50N]

Requisito	Descrição
R 188	Níveis A função Proteção de Máxima Intensidade Homopolar (MIH) deve possuir, pelo menos, um nível de detecção ($I_{o>}$) de funcionamento por tempo independente.
R 189	Corrente Homopolar A medida da corrente homopolar deve ser obtida a partir do algoritmo soma interna do IED.

5.6.5 Proteção de Máximo de Tensão [59]

Requisito	Descrição
R 190	Níveis A função Proteção de Máximo de Tensão deve ser trifásica, com dois níveis nível de detecção ($U>$ e $U>>$), de funcionamento por tempo independente.

5.6.6 Proteção de Mínimo de Tensão [27]

Requisito	Descrição
R 191	Função A função Proteção de Mínimo de Tensão deve ser trifásica, tendo por missão desencadear a função de automatismo “deslastre por falta de tensão” especificada no documento DEF-C13-553.
R 192	Deteção de falta de tensão Deve detetar a falta da tensão para que se proceda ao deslastre das cargas alimentadas pelo painel em causa.
R 193	Níveis A função deve ter três níveis distintos ($U<$, $U<<$ e $U<<<$) de deteção de mínimo de tensão.
R 194	Defeito no circuito BT dos TT Deve ser prevista a capacidade de deteção de qualquer defeito no circuito de BT dos TT ou nos fusível MT, e garantida a inibição da função Proteção de Mínimo de Tensão ou de qualquer outra função de proteção dependente dos valores de tensão disponibilizados pelos TT.
R 195	Deslastre por falta de tensão Caso ocorra um defeito no circuito BT dos TT, esta informação deve ser tida em conta pela função de automatismo “deslastre por falta de tensão/reposição por regresso de tensão”, de modo a evitar disparos intempestivos.
R 196	Bloqueio de deslastre/reposição de frequência

Requisito	Descrição
	A função de mínimo de tensão deverá poder bloquear a função de automatismo de deslastre/reposição de frequência MT, sendo um dos níveis utilizado para esta funcionalidade.

5.6.7 Proteção de Máximo de Tensão Homopolar [59N]

Requisito	Descrição
R 197	Bloqueio de deslastre/reposição de frequência A função de máximo de tensão homopolar deverá poder bloquear a função de automatismo de deslastre/reposição de frequência MT.

5.6.8 Proteção de Frequência [81]

Requisito	Descrição
R 198	Mínimo de frequência A função Proteção de Mínimo de Frequência deve ter dois níveis (F< e F<<) de deteção de funcionamento por tempo independente. O tempo de operação da proteção deve ser inferior a 80 ms.
R 199	Deslastre por mínimo de frequência A função de proteção deteta abaixamentos de frequência na rede, e deve poder desencadear a função de automatismo “deslastre por mínimo de frequência/reposição por normalização de frequência”, especificada no documento DEF-C13-554, para que se proceda ao deslastre seletivo das cargas da subestação.

5.6.9 Funções Complementares

5.6.9.1 Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]

Requisito	Descrição
R 200	Falha de disjuntor Sempre que é emitida uma ordem de desligar ao disjuntor do painel das Baterias de Condensadores, por atuação de uma função de proteção ou por proteções próprias e esta não for cumprida, então, ao fim de um tempo parametrizável (100 a 500ms) deve ser emitida uma ordem de desligar ao disjuntor imediatamente a montante e uma sinalização com a designação “Disparo por falha de disjuntor”.

5.6.9.2 Função de Monitorização do Disjuntor

Requisito	Descrição
R 201	<p>Manutenção</p> <p>Para efeitos de manutenção do disjuntor, deve poder ser calculada, armazenada e disponibilizada no local e/ou à distância, a informação da energia cumulativa cortada pelo disjuntor do painel (I.t ou I2.t), assim como, o número de manobras de abertura e de fecho do disjuntor.</p>

5.6.9.3 Registo de Eventos

Requisito	Descrição
R 202	<p>Registo de eventos</p> <p>Esta função deve poder registar todas as atuações de funções de proteção e funções complementares, assim como todos os sinais digitais externos e alarmes internos do sistema.</p> <p>Esta função deve ter como referência o DEF-C13-505.</p>

5.6.9.4 Osciloperturbografia

Requisito	Descrição
R 203	<p>Registo de eventos</p> <p>Esta função deve registar as formas de onda de todas as grandezas analógicas e as transições de todos os sinais digitais (internos e externos), sempre que uma das condições de arranque seja ativada.</p> <p>Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505 e o Guia Geral de Proteção e Automação da Rede Nacional de Distribuição.</p>

5.6.10 Ensaio das Funções de Proteção

Requisito	Descrição
R 204	<p>Módulos de teste</p> <p>Deve ser prevista a instalação de módulos de teste que permitam a execução de ensaios às diferentes funções de proteção, com interrupção das ordens de disparo, fecho das correntes provenientes dos TC e interrupção das tensões provenientes dos TT.</p>

5.6.11 Características Técnicas

As funções de proteção e complementares atrás apresentadas, devem considerar as seguintes características técnicas:

Requisito	Função	Características	Gamas
R 205	Geral	Frequência nominal (F_n)	50 Hz
		Tensão nominal (U_n)	100/ $\sqrt{3}$ ou 110/ $\sqrt{3}$

		Corrente nominal (I_n)	1A / 5A
		Tensão de alimentação auxiliar (U_{cc})	110 V _{cc}
		Tensão máxima	
		- regime permanente	1.5 U_n
		- durante 1 s	2.5 U_n
		Corrente Máxima	
		- regime permanente	4 I_n
		- durante 1 s	100 I_n
R 206	Máxima Intensidade de Fase [50]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Corrente de arranque	50% a 1000% I_n , passos de 5
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
R 207	Máxima Intensidade Homopolar [50N]	N.º de níveis	≥ 1
		Corrente homopolar	5% a 150 % I_n , passos de 1
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
R 208	Desequilíbrio de Neutro [50N]	N.º de níveis	≥ 2
		Corrente de arranque	0,2A a 10A (primários)
		Tempo independente	0,04 a 60 s, passos de 0,01
R 209	Máximo de Tensão [59]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 1
		Patamares de tensão	100% a 150% de U_n em passos de 1%
		Tempo de processamento	Até 50 ms
		Tempo independente	0 a 30 s em passos de 0.01 s
R 210	Máximo de Tensão Homopolar [59N]	N.º de níveis	≥ 1
		Ligação às tensões do barramento MT	1 % a 15 % U_n , passos de 1
		Informação de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 180 s, passos de 0,01
R 211	Mínimo de Tensão [27]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Dois patamares de tensão	20% a 100% de U_n em passos de 1%
		Informação de arranque	Até 50 ms
		Temporização	0 a 30 s em passos de 0.01 s
R 212	Frequência [81]	N.º de níveis (Proteção Mínimo de Frequência)	≥ 2
		N.º de níveis (Proteção Máximo de Frequência)	≥ 2
		Tempo total de operação	≤ 80 ms
		Patamares de frequência	46 Hz a 54 Hz, passos de 0,01
		Bloqueio por mínimo de tensão	20 % U_n a 80 % U_n , passos de 1 %
R 213	Falha de Disjuntor [50BF]	Temporização	100 a 500 ms, passos de 0,001 s

5.7 Painel de Linha MT

5.7.1 Prescrições Gerais

Requisito	Descrição
R 214	Lógica Programável Os IED devem ser dotados de lógica programável, para permitir implementar, de uma forma flexível, condições específicas (bloqueios e encravamentos).
R 215	Grupos de parâmetros Os IED devem ser dotados no máximo de 5 grupos de settings, dos quais um deverá ficar como reserva.
R 216	Disponibilização SCADA Deve ser disponibilizado para SCADA a informação do conjunto de parâmetros ativo.

5.7.2 Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]

Requisito	Descrição
R 217	Níveis A função Proteção de Máxima Intensidade de Fase (MIF) é trifásica, com três níveis de deteção ($I>$, $I>>$ e $I>>>$), de funcionamento por tempo independente.
R 218	Bloqueios Deve ser possível bloquear os níveis de deteção ($I>>$ e $I>>>$) no caso de existir uma relação elevada entre a componente de 2ª harmónica e a componente fundamental da corrente.
R 219	Função de automatismo religação A função de proteção máximo de intensidade de fase deverá poder desencadear a função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”, especificada no documento DEF-C13-551.

5.7.3 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar [50N]

Requisito	Descrição
R 220	Níveis A função Proteção de Máxima Intensidade Homopolar (MIH) deve ter, pelo menos, dois níveis de deteção ($I_0>$ e $I_0>>$), de funcionamento por tempo independente.
R 221	Cálculo da corrente homopolar Para os dois níveis deve ser possível proceder ao cálculo da corrente homopolar através de soma vetorial das correntes de fase.

5.7.4 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar Direcional [67N]

Requisito	Descrição
R 222	<p>Níveis</p> <p>A função Proteção de Máxima Intensidade Homopolar Direcional (MIHD) deve ter, pelo menos, dois níveis de deteção ($I_{od>}$ e $I_{od>>}$), de funcionamento por tempo independente.</p>
R 223	<p>Medição da corrente</p> <p>A medida de corrente deve ser obtida a partir de um TC toroidal.</p>
R 224	<p>Direccionalidade dos níveis</p> <p>Deve ser possível configurar a direccionalidade nos diferentes níveis de deteção de uma forma individual.</p>
R 225	<p>Medição da tensão</p> <p>A função Proteção de MIHD deve medir a tensão homopolar através dos TT ligados em triângulo aberto.</p>
R 226	<p>Função de automatismo religação</p> <p>A função Proteção de MIHD deve poder desencadear a função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”, especificada no documento DEF-C13-551.</p>

5.7.5 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Terra Resistente [51N]

A função Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Terra Resistente (PTR) consiste numa proteção homopolar de alta sensibilidade, destinada a eliminar os defeitos fase-terra de elevada resistência que ocorrem nas saídas MT, nomeadamente em linha aérea.

Requisito	Descrição
R 227	<p>Seletividade entre saídas MT</p> <p>A função deve ter um nível de deteção ($I_{o>PTR}$), dispondo de uma curva de funcionamento do tipo “tempo muito inverso”, que garanta a seletividade da saída com defeito relativamente às outras saídas MT, percorridas nessa ocasião por correntes homopolares capacitivas.</p>
R 228	<p>Curva de Funcionamento</p> <p>Deve ser considerada uma curva característica do funcionamento da PTR, em que a seletividade é garantida pelos tempos de atuação, cuja expressão deve cumprir a curva IEC “Long Time Inverse” ou a curva IEC “Very Inverse”, cujos valores operacionais devem cumprir a gama especificada nas características técnicas desta função.</p>
R 229	<p>Direccionalidade dos níveis</p> <p>A atuação da função PTR deve desencadear a função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”, especificada no documento DEF-C13-551.”</p>

Requisito	Descrição
R 230	Bloqueio Deve ser possível colocar fora de serviço a função PTR no local e à distância.

5.7.6 Proteção de Frequência [81]

Requisito	Descrição
R 231	Mínimo de frequência A função Proteção de Mínimo de Frequência deve ter dois níveis (F< e F<<) de detecção de funcionamento por tempo independente. O tempo de operação da proteção deve ser inferior a 80 ms.
R 232	Deslastre por mínimo de frequência A função de proteção deteta abaixamentos de frequência na rede, e deve poder desencadear a função de automatismo “deslastre por mínimo de frequência/reposição por normalização de frequência”, especificada no documento DEF-C13-554, para que se proceda ao deslastre seletivo das cargas da subestação.

5.7.7 Proteção de Mínimo de Tensão [27]

Requisito	Descrição
R 233	Níveis A função deve ter três níveis distintos (U<, U<< e U<<<) de detecção de mínimo de tensão.
R 234	Bloqueio de deslastre/reposição de frequência A função de mínimo de tensão deverá poder bloquear a função de automatismo de deslastre/reposição de frequência MT, sendo um dos níveis utilizado para esta funcionalidade.

5.7.8 Proteção de Máximo de Tensão Homopolar [59N]

Requisito	Descrição
R 235	Bloqueio de deslastre/reposição de frequência A função de máximo de tensão homopolar deverá poder bloquear a função de automatismo de deslastre/reposição de frequência MT.

5.7.9 Detecção de Condutores Partidos [46]

Requisito	Descrição
R 236	<p>Detecção de assimetrias</p> <p>Deve detetar a interrupção de uma fase na linha a proteger podendo ser baseada no aparecimento da componente inversa da corrente ou na diferença de corrente entre as fases, desde que seja garantida a deteção eficaz da assimetria da rede resultante deste tipo de defeito.</p>
R 237	<p>Atuação</p> <p>A função deve atuar com base na relação entre a corrente inversa e direta da linha, considerando um valor mínimo de corrente inversa para atuação.</p>
R 238	<p>Sinalização</p> <p>Esta função não deve desencadear o disparo, apenas sinalização.</p>

5.7.10 Direcional de potência [32]

Requisito	Descrição
R 239	<p>Bloqueio de automatismos de deslastre</p> <p>Deve ser possível bloquear os automatismos de deslastre/reposição de frequência e de tensão de um dado painel MT devido à atuação da função direcional de potência do painel em questão.</p>

5.7.11 Cold Load Pickup

A função *Cold Load Pickup* tem como objetivo evitar atuações intempestivas das funções de proteção associadas à ligação de cargas após uma longa interrupção.

Requisito	Descrição
R 240	<p>Utilização da função</p> <p>O IED deve ser capaz de detetar situações de ligação de cargas após uma longa interrupção e alterar, temporariamente, a regulação da função de proteção de máximo de intensidade de fase.</p>
R 241	<p>Ordem de fecho do disjuntor</p> <p>Para a função <i>Cold Load Pickup</i> deve ser tido em conta a ordem de fecho do disjuntor.</p>

5.7.12 Inrush Restraint

A função *Inrush Restraint* tem como objetivo evitar atuações intempestivas das funções de proteção associadas aos picos de corrente, na sequência de ligação de cargas.

Requisito	Descrição
R 242	<p>Utilização da função</p> <p>O IED deve ser capaz de detetar situações de picos de corrente, na sequência de ligação de cargas, e bloquear as funções de proteção de máximo de intensidade de fase.</p>
R 243	<p>Conteúdo harmónico da corrente</p> <p>A função <i>Inrush Restraint</i> deve ter em conta o conteúdo harmónico da corrente da linha, em particular a 2.ª harmónica.</p>

5.7.13 Funções Complementares

5.7.13.1 Presença de Tensão

Requisito	Descrição
R 244	<p>Utilização da função</p> <p>Sempre que seja interligada uma unidade independente de produção de energia numa determinada saída MT da subestação, e se assim se entender, dever-se-á incluir um detetor de presença de tensão nesse painel.</p>
R 245	<p>Cálculo da corrente homopolar</p> <p>Deve efetuar a verificação da presença de tensão na saída de saída MT, em situações de ordens de fecho do disjuntor, quer em resultado de uma atuação por automatismo, quer por um comando voluntário – local ou por telecomando.</p>
R 246	<p>Função de automatismo religação</p> <p>Deve ser incluída a função Verificação de Sincronismo para garantir as condições de sincronismo entre sistemas provenientes de fontes de energia distintas (diferentes pontos injetores, Produção em Regime Especial (PRE)).</p>
R 247	<p>Bloqueio</p> <p>Deve ser possível bloquear esta função para permitir fecho manual.</p>

5.7.13.2 Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]

Requisito	Descrição
R 248	<p>Falha de disjuntor</p> <p>Sempre que é emitida uma ordem de desligar ao disjuntor de um painel de MT, por atuação de uma função de proteção ou por proteções próprias e esta não for cumprida, então, ao fim de um tempo parametrizável (100 a 500ms) deve ser emitida uma ordem de desligar ao disjuntor imediatamente a montante e uma sinalização com a designação “Disparo por falha de disjuntor”.</p>

5.7.13.3 Função de Monitorização do Disjuntor

Requisito	Descrição
R 249	<p>Manutenção</p> <p>Para efeitos de manutenção do disjuntor, deve poder ser calculada, armazenada e disponibilizada no local e/ou à distância, a informação da energia cumulativa cortada pelo disjuntor do painel (I.t ou I².t), assim como, o número de manobras de abertura e de fecho do disjuntor.</p>

5.7.13.4 Localizador de Defeitos [21FL]

Requisito	Descrição
R 250	<p>Medição da Impedância do Defeito</p> <p>Esta função deve disponibilizar a informação dos valores da resistência e reatância do defeito, cuja medida é efetuada pelo IED, no local e à distância.</p>

5.7.13.5 Registo Cronológico de Eventos

Requisito	Descrição
R 251	<p>Registo de atuações</p> <p>Esta função deve poder registar todas as atuações de funções de proteção e funções complementares, assim como todos os sinais digitais externos e alarmes internos do sistema.</p> <p>Esta função deve ter como referência o especificado no DEF-C13-505.</p>

5.7.13.6 Osciloperturbografia

Requisito	Descrição
R 252	<p>Registo de atuações</p> <p>Esta função deve registar as formas de onda de todas as grandezas analógicas e as transições de todos os sinais digitais (internos e externos), sempre que uma das condições de arranque seja ativada.</p> <p>Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505 e o Guia Geral de Proteção e Automação da Rede Nacional de Distribuição.</p>

5.7.14 Regimes de Exploração

A alteração do regime de exploração deve ter em conta o funcionamento de cada uma das funções do seguinte modo:

Requisito	Descrição
R 253	<p>Regime Normal de Exploração - Caracterização</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. todas as funções de proteção temporizadas; 2. função religação em serviço (se aplicável).

Requisito	Descrição
R 254	<p>Regime Especial de Exploração A - Caracterização</p> <ol style="list-style-type: none"> funções Proteção de MIF, Proteção de MIH e Proteção de MIHD com temporização de disparo de 0,02 s; função PTR bloqueada; defeitos à terra eliminados pela função DTR com temporização de disparo de 1,5 s; inibição da função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”; disparo por actuação do Watchdog.
R 255	<p>Regime Especial de Exploração A - Função DTR</p> <p>A função DTR encontra-se no painel de transformador de serviços auxiliares e de reactância de neutro (TSA+RN) e deve originar o disparo temporizado da saída MT (1,5 s) que se encontre em Regime Especial de Exploração A.</p>
R 256	<p>Regime Especial de Exploração B - Caracterização</p> <ol style="list-style-type: none"> funções Proteção de MIF e Proteção de MIHD com temporização de disparo de 0,02 s; funções PTR e Proteção de MIH bloqueadas; defeitos à terra eliminados pela função DTR sem temporização de disparo; inibição da função de automatismo “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”; disparo por actuação do Watchdog.
R 257	<p>Regime Especial de Exploração B - Função DTR</p> <p>A função DTR encontra-se no painel de TSA + RN e deve originar o disparo instantâneo da saída MT que se encontre em Regime Especial de Exploração B.</p>

5.7.15 Ensaio das Funções de Proteção

Requisito	Descrição
R 258	<p>Módulos de teste</p> <p>Deve ser prevista a instalação de módulos de teste que permitam a execução de ensaios às diferentes funções de proteção, com interrupção das ordens de disparo, fecho das correntes provenientes dos TC e interrupção das tensões provenientes dos TT.</p>

5.7.16 Características Técnicas

As funções de proteção e funções complementares, atrás apresentadas, devem considerar as características técnicas apresentadas nos quadros seguintes.

Requisito	Função	Características	Gamas
R 259	Geral	Frequência nominal (F_n)	50 Hz
		Tensão nominal (U_n)	$100/\sqrt{3}$ ou $110/\sqrt{3}$
		Corrente nominal (I_n)	1A / 5A
		Tensão de alimentação auxiliar (U_{cc})	110 V _{cc}

		Tensão máxima	
		- regime permanente	1.5 U _n
		- durante 1 s	2.5 U _n
		Corrente máxima	
		- regime permanente	4 I _n
		- durante 1 s	100 I _n
R 260	Máxima Intensidade de Fase [50]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 3
		Corrente de arranque	50% a 1000% I _n , passos de 5
		Informação de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
R 261	Máxima Intensidade Homopolar [50N]	N.º de níveis	≥ 2
		Corrente homopolar	5% a 150 %I _n , passos de 1
		Informação de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
R 262	Máxima Intensidade Homopolar Direccional [67N]	N.º de níveis	≥ 2
		Corrente homopolar de arranque	1% a 300% de I _n , passos de 5%
		Tensão de polarização mínima	1% U _n
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
R 263	Máxima Intensidade Homopolar de Terras Resistentes (PTR) [51N]	N.º de níveis	≥ 1
		Ligação a toro	0.5 A a 50 A (corrente primária)
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Curva de tempo dependente:	Curva PTR ou normalizada CEI
		- <i>Very Inverse</i>	TM de 0 e 4, passos de 0,01
		- <i>Long Time Inverse</i>	TM de 0 e 1, passos de 0,01
R 264	Frequência [81]	N.º de níveis (Proteção Mínimo de Frequência)	≥ 2
		N.º de níveis (Proteção Máximo de Frequência)	≥ 2
		Tempo total de operação	≤ 80 ms
		Patamares de frequência	46 Hz a 54 Hz, passos de 0,01
		Bloqueio por mínimo de tensão	20 % U _n a 80 % U _n , passos de 1 %
R 265	Máximo de Tensão Homopolar [59N]	N.º de níveis	≥ 1
		Ligação às tensões do barramento MT	1 % a 15 % U _n , passos de 1
		Informação de arranque	≤ 50 ms
		Tempo independente	0,04 a 180 s, passos de 0,01
R 266	Mínimo de Tensão [27]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Dois patamares de tensão	20% a 100% de U _n em passos de 1%
		Informação de arranque	Até 50 ms
		Temporização	0 a 30 s em passos de 0.01 s
R 267	Cold Load Pickup	Tempo de abertura do disjuntor	1 minuto a 240 minutos, passos de 1 minuto
		Tempo de ativação da função	1 minuto a 240 minutos, passos de 1 minuto
R 268	Inrush Restraint	Bloqueio da 2.ª harmónica	10 % a 50 % da fundamental
		Corrente mínima por fase	10 % I _n

R 269	Condutor partido [46]	Assimetria mínima (relação entre corrente máxima e mínima nas fases)	20% da máx. I de fase
		Corrente inversa	0,5 a 15 I _n
		Temporização	0 a 60 s, passos de 1 s
R 270	Direcional de Potência [32]	Direccionalidade	Da linha para o barramento
		Patamar de funcionamento	0,0 a 10 MVA, passo de 0,01 MVA
		cos(φ)	-1 a 1 rad, passos de 0,01
		sen(φ)	-1 a 1 rad, passos de 0,01
		Tempo de operação	0,0 a 30 s, passos de 0,1 s
R 271	Detecção de Presença de Tensão (opcional)	Patamar de funcionamento	10 a 80% U _n , passos de 1
		Tempo de operação	entre 65 e 95 ms
R 272	Localizador de defeito [21FL]	Precisão	≤ 5%
R 273	Falha de Disjuntor [50BF]	Temporização	100 a 500 ms
		Tempo de mensagem	≤ 50 ms

5.8 Painel TSA + Reactância de Neutro

5.8.1 Prescrições Gerais

A subestação pode ser explorada em regime de neutro ligado à terra através de impedância limitadora (resistência ou reatância) ou através de regime de neutro isolado.

Requisito	Descrição																																
R 274	No quadro 15, são apresentadas as diferentes possibilidades de exploração da subestação, no que se refere ao regime de neutro.																																
	Quadro 15																																
	Regime de neutro – diferentes formas de exploração																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Disj. de interbarras</th> <th>Disj. TSA1+RN1</th> <th>Disj. TSA2+RN2</th> <th>Regime de neutro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aberto</td> <td>Aberto</td> <td>Aberto</td> <td>Barramento 1 e 2 isolado</td> </tr> <tr> <td>Aberto</td> <td>Fechado</td> <td>Aberto</td> <td>Barramento 1 à terra, 2 isolado</td> </tr> <tr> <td>Aberto</td> <td>Aberto</td> <td>Fechado</td> <td>Barramento. 1 isolado, 2 à terra</td> </tr> <tr> <td>Aberto</td> <td>Fechado</td> <td>Fechado</td> <td>Barramento 1 e 2 à terra</td> </tr> <tr> <td>Fechado</td> <td>Aberto</td> <td>Aberto</td> <td>Barramento unif. isolado</td> </tr> <tr> <td>Fechado</td> <td>Aberto</td> <td>Fechado</td> <td>Barramento unif. à terra</td> </tr> <tr> <td>Fechado</td> <td>Fechado</td> <td>Aberto</td> <td>Barramento unif. à terra</td> </tr> </tbody> </table>	Disj. de interbarras	Disj. TSA1+RN1	Disj. TSA2+RN2	Regime de neutro	Aberto	Aberto	Aberto	Barramento 1 e 2 isolado	Aberto	Fechado	Aberto	Barramento 1 à terra, 2 isolado	Aberto	Aberto	Fechado	Barramento. 1 isolado, 2 à terra	Aberto	Fechado	Fechado	Barramento 1 e 2 à terra	Fechado	Aberto	Aberto	Barramento unif. isolado	Fechado	Aberto	Fechado	Barramento unif. à terra	Fechado	Fechado	Aberto	Barramento unif. à terra
	Disj. de interbarras	Disj. TSA1+RN1	Disj. TSA2+RN2	Regime de neutro																													
	Aberto	Aberto	Aberto	Barramento 1 e 2 isolado																													
	Aberto	Fechado	Aberto	Barramento 1 à terra, 2 isolado																													
	Aberto	Aberto	Fechado	Barramento. 1 isolado, 2 à terra																													
Aberto	Fechado	Fechado	Barramento 1 e 2 à terra																														
Fechado	Aberto	Aberto	Barramento unif. isolado																														
Fechado	Aberto	Fechado	Barramento unif. à terra																														
Fechado	Fechado	Aberto	Barramento unif. à terra																														
R 275	<p>Topologia da subestação</p> <p>Ao nível do IED residente no painel TSA+RN, deve ser efetuado um reconhecimento da topologia de exploração da subestação, bem como do tipo de regime de neutro associado.</p>																																
R 276	<p>Lógica programável</p> <p>Os IED devem ser dotados de lógica programável, para permitir implementar, de uma forma flexível, condições específicas (bloqueios e encravamentos).</p>																																
R 277	<p>Grupos de parâmetros</p> <p>Nos painéis de TSA + RN devem ser considerados dois grupos de parâmetros, cada um dos quais deve incluir as seguintes funções de proteção.</p>																																

5.8.2 Proteção de Máxima Intensidade de Fase [50]

Requisito	Descrição
R 278	<p>Níveis</p> <p>A função Proteção de Máxima Intensidade de Fase (MIF) deve ser trifásica, com dois níveis de deteção ($I >$ e $I >>$), de funcionamento por tempo independente.</p>

5.8.3 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Barras MT [50N]

Requisito	Descrição
R 279	<p>Níveis</p> <p>A função Proteção de Máxima de Intensidade Homopolar de Barras MT (MIH-TP “PHB”) deve ter dois níveis de deteção ($I_{0>}$ e $I_{0>>}$), de funcionamento por tempo independente.</p>
R 280	<p>Deteção de defeitos</p> <p>A função de proteção deve detetar defeitos fase-terra pouco resistivos localizados no barramento de MT e serve, ainda, como reserva às funções de proteção idênticas instaladas nos painéis de saída MT.</p>
R 281	<p>Medição de corrente</p> <p>A medida da corrente homopolar deve ser obtida a partir de um transformador toroidal instalado para o efeito, situado entre o ponto neutro da impedância limitadora e o ponto de ligação à terra da instalação.</p>
R 282	<p>Modo de funcionamento</p> <p>Em regime de Neutro Impedante a função deve estar permanente ativa.</p> <p>Em regime de Neutro Isolado a função deve ser inibida</p>
R 283	<p>Conteúdo harmónico</p> <p>A medida da corrente deste IED não deve filtrar o conteúdo harmónico da corrente.</p>

5.8.4 Proteção de Máxima Intensidade Homopolar de Terras Resistentes [50N]

A função de proteção máximo de intensidade homopolar de alta sensibilidade – Deteção de terra resistente - (DTR), é destinada a eliminar defeitos fase-terra de elevada resistência.

Requisito	Descrição
R 284	<p>Níveis</p> <p>A função deve ter três níveis de deteção ($I_{0>}$ e $I_{0>>}$, $I_{0>>>}$), de funcionamento por tempo independente.</p>
R 285	<p>Deteção de defeitos</p> <p>A função deve detetar defeitos monofásicos resistivos no barramento MT e serve como reserva da função PTR das saídas MT. A sua sensibilidade deve permitir detetar defeitos resistentes.</p>
R 286	<p>Regime Especial de Exploração</p> <p>As informações necessárias ao REE dos painéis de saída MT que dizem respeito à função DTR devem ser enviadas pelo IED de TSA+RN do barramento a que os painéis estão ligados.</p>
R 287	<p>Regime Especial de Exploração - Interbarras aberto</p> <p>Se o disjuntor de interbarras estiver aberto, os painéis de MT ligados a cada um dos barramentos devem receber as informações provenientes do painel de TSA+RN que lhes está associado.</p>

Requisito	Descrição
R 288	<p>Regime Especial de Exploração - Interbarras fechado</p> <p>Se o disjuntor do painel de interbarras estiver fechado, as informações de atuação instantânea, temporizada de 1,5 s e de 3 minutos – geradas no IED do TSA+RN que se encontra em serviço – devem igualmente ser enviadas para o IED do outro barramento (com vista ao disparo do TP respetivo) e para os IED das saídas MT que se encontram em REE.</p>
R 289	<p>Modo de funcionamento</p> <p>Em regime de Neutro Impedante a função deve estar permanente ativa.</p> <p>Em regime de Neutro Isolado a função deve ser inibida</p>
R 290	<p>Conteúdo harmónico</p> <p>A medida da corrente deste IED não deve filtrar o conteúdo harmónico da corrente.</p>

5.8.5 Proteção de Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes [59N]

Requisito	Descrição
R 291	<p>Níveis</p> <p>Esta função de proteção deve ter um nível de deteção ($U_{o>}$), de funcionamento por tempo independente.</p>
R 292	<p>Atuação</p> <p>A função Proteção de Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes deve despoletar ordem de desligar temporizado dos painéis TPMT que alimentam o barramento em que se detetou o defeito. Deve atuar 3 minutos após o seu arranque.</p>
R 293	<p>Modo de funcionamento</p> <p>A função deve estar permanente ativa.</p>
R 294	<p>Falha no circuito de tensões do barramento MT – Regime Neutro Impedante</p> <p>Em regime de Neutro Impedante a existência de defeito no circuito BT dos TT ou nos fusíveis de MT não pode resultar na atuação da função de proteção de máximo de tensão homopolar, deve ser prevista a capacidade de deteção desse tipo de defeitos e garantir a inibição das funções anteriormente referidas.</p>
R 295	<p>Falha no circuito de tensões do barramento MT – Regime Neutro Isolado</p> <p>Em regime de Neutro Isolado a existência de defeito no circuito BT dos TT ou nos fusíveis de MT não deve bloquear a função.</p>

5.8.6 Funções Complementares

5.8.6.1 Função de Proteção Falha de Disjuntor [50BF]

Requisito	Descrição
R 296	Falha de disjuntor Sempre que é emitida uma ordem de desligar ao disjuntor do TSA+RN, por atuação de uma função de proteção ou por proteções próprias e esta não for cumprida, então, ao fim de um tempo parametrizável (100 a 500ms) deve ser emitida uma ordem de desligar ao disjuntor imediatamente a montante e uma sinalização com a designação “Disparo por falha de disjuntor”.

5.8.6.2 Função de Monitorização do Disjuntor

Requisito	Descrição
R 297	Manutenção Para efeitos de manutenção do disjuntor, deve poder ser calculada, armazenada e disponibilizada no local e/ou à distância, a informação da energia cumulativa cortada pelo disjuntor do painel (I.t ou I ² .t), assim como, o número de manobras de abertura e de fecho do disjuntor.

5.8.6.3 Registo Cronológico de Eventos

Requisito	Descrição
R 298	Registo Cronológico de Eventos Esta função deve poder registar todas as atuações de funções de proteção e funções complementares, assim como todos os sinais digitais externos e alarmes internos do sistema. Esta função deve ter como referência o especificado no DEF-C13-505.

5.8.6.4 Osciloperturbografia

Requisito	Descrição
R 299	Registo de atuações Esta função deve registar as formas de onda de todas as grandezas analógicas e as transições de todos os sinais digitais (internos e externos), sempre que uma das condições de arranque seja ativada. Esta função deve ter como referência o documento normativo DEF-C13-505 e o Guia Geral de Proteção e Automação da Rede Nacional de Distribuição.

5.8.7 Ensaio das Funções de Proteção

Requisito	Descrição
R 300	<p>Módulos de teste</p> <p>Deve ser prevista a instalação de módulos de teste que permitam a execução de ensaios às diferentes funções de proteção, com interrupção das ordens de disparo, fecho das correntes provenientes dos TC e interrupção das tensões provenientes dos TT.</p>

5.8.8 Características Técnicas

As funções de proteção e funções complementares, atrás apresentadas, devem considerar as seguintes características técnicas:

Requisito	Função	Características	Gamas
R 301	Geral	Frequência nominal (F_n)	50 Hz
		Tensão nominal (U_n)	$100/\sqrt{3}$ ou $110/\sqrt{3}$
		Corrente nominal (I_n)	1A / 5A
		Tensão de alimentação auxiliar (U_{cc})	110 V _{cc}
		Tensão máxima	
		- regime permanente	$1.5 U_n$
		- durante 1 s	$2.5 U_n$
		Corrente máxima	
		- regime permanente	$4 I_n$
- durante 1s	$100 I_n$		
R 302	Máxima Intensidade de Fase [50]	Trifásica	
		N.º de níveis	≥ 2
		Corrente de arranque	50% a 100% I_n , passos de 5
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
R 303	Máxima Intensidade Homopolar de Barras MT [50N]	Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
		N.º de níveis	≥ 2
		Ligação a toro	10 a 300 A (corrente primária)
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
R 304	Máxima Intensidade Homopolar de Terras Resistentes [50N]	Tempo independente	0,04 a 5 s, passos de 0,01
		N.º de níveis	≥ 3
		Ligação a toro	0.5 a 5 A, passos de 0.1 (corrente primária)
		Tempo de processamento	≤ 50 ms
		Tempo independente (1º patamar)	0,04 a 10 s, passos de 0,01
R 305	Máximo de Tensão Homopolar de Terras Resistentes [59N]	Tempo independente (2º patamar)	0,04 a 180 s, passos de 0,01
		N.º de níveis	≥ 1
		Ligação às tensões do barramento MT	1 % a 15 % U_n , passos de 1
		Informação de arranque	≤ 50 ms
R 306	Falha de Disjuntor [50BF]	Tempo independente	0,04 a 180 s, passos de 0,01
		Temporização	100 a 500 ms
		Tempo de mensagem	≤ 50 ms

ANEXO A - QUADRO RESUMO DAS FUNÇÕES POR PAINEL

Painel	Funções de proteção e complementares	Destino: Automatismos / Painel	IED (Proteção Residente)
LAT	Funções de Proteção		
	Distância (21)	Religação / LAT	IED2
	Deteção de Ligação sobre Defeito (50HS) <i>Power Swing Detection (68)</i>	/ LAT	IED2
	Diferencial de linha (87)	Religação / LAT	IED2
	Máxima Intensidade de Fase (50)	/ LAT	IED1; IED2
	Máxima Intensidade Homopolar Direcional (67N)	Religação / LAT	IED1; IED2
	Máxima Intensidade Homopolar (50N)	/ LAT	IED1; IED2
	Frequência (81)	/ LAT	IED2
	Deteção de Condutor Partido (50BF)		IED2
	Verificação de Sincronismo (25)		IED1; IED2
	Funções Complementares		
	Localizador de defeitos (21FL)		IED2
	Monitorização do disjuntor		IED1
	Registo Cronológico de Eventos		IED1
	Osciloperturbografia		IED1; IED2
Comutação de Parâmetros		IED1; IED2	
BAT	Funções de Proteção		
	Diferencial de barras (87)		IED2
	Verificação de sincronismo (25)		IED1; IED2
	Funções Complementares		
	Registo Cronológico de Eventos		IED1
Osciloperturbografia		IED1; IED2	
LAT / TPAT	Funções de Proteção		
	Diferencial de linha (87)	LAT/TPAT ² (1), TPMT ³ (3)	IED2
	Máxima Intensidade de Fase (50)	LAT/TPAT ³ (1), TPMT ⁴ (4)	IED1, IED2
	Máxima Intensidade Homopolar (50N)	/LAT/TPAT ³ (1), TPMT ⁵ (4)	IED1, IED2
	Diferencial de Transformador (87T)	/ TPAT, TPMT	IED2
	Unidade teledisparo (85)		
	Diferencial Restrita (87N)	LAT/TPAT ³ (1), TPMT ⁴ (3)	IED2
	Máxima Tensão Homopolar (59N)	Deslastre Frequência MT ² /	IED1, IED2
	Proteções Próprias	LAT/TPAT ⁵ (1), TPMT ⁶ (3)	IED1; IED2
	Funções Complementares		
	Comutação de parâmetros		IED1; IED2
Registo Cronológico de Eventos		IED1	
Osciloperturbografia		IED1; IED2	

² Atuação sobre o disjuntor através de ligação a fio a partir do IED do painel

³ Interligação com outro IED via “rede de comunicação”, e paralelamente através de ligação a fio se não forem garantidos os tempos máximos de atuação definidos, e atuação sobre o disjuntor através de ligação a fio a partir do IED de destino.

⁴ Interligação com outro IED painel via “rede de comunicação” e atuação sobre o disjuntor através de ligação a fio a partir do IED de destino.

⁵ Atuação sobre o disjuntor através de ligação a fio a partir do IED do painel

⁶ Interligação com outro IED via “rede de comunicação”, e paralelamente através de ligação a fio se não forem garantidos os tempos máximos de atuação definidos, e atuação sobre o disjuntor através de ligação a fio a partir do IED de destino.

Painel	Funções de proteção e complementares	Destino: Automatismos / Painel	IED (Proteção Residente)
TPAT	Funções de Proteção		
	Diferencial de Transformador (87T)	/ TPAT, TPMT	IED2
	Máxima Intensidade de Fase (50)	/ TPAT, TPMT	IED1; IED2
	Diferencial Restrita (87N)	LAT/TPAT ⁷ (1), TPMT ⁸ (3)	IED2
	Máxima Tensão Homopolar (59N)	Deslastre Frequência MT ⁶ (2) /	IED1, IED2
	Proteções Próprias	/ TPAT, TPMT	IED1; IED2
	Funções Complementares		
	Monitorização do disjuntor		IED1
Registo Cronológico de Eventos		IED1	
Osciloperturbografia		IED1; IED2	
TPMT	Funções de Proteção		
	Máxima Intensidade de Fase (50)	/ TPMT	IED1
	Mínimo de Tensão, U< (27)	Deslastre Tensão MT ⁶ / LMT, BC	IED1
	Máximo de Tensão, U> (59)	/ TPAT, TPMT	IED1
	Mínimo de Frequência (81)	Deslastre Frequência ⁶ / LMT, BC	IED1
	Máximo de Intensidade Homopolar de Barras MT (50N)	/ TPMT	IED1
	Detetor de Terras Resistentes - DTR		
	— Máximo de Tensão Homopolar (59N) ⁷	/ TPMT	IED1
	— Máximo de Intensidade Homopolar (50N) ⁸	/ TPMT	IED1
	Funções Complementares		
	Monitorização do disjuntor		IED1
	Falha de Disjuntor (50BF)	/ TPAT ⁸ (3)	IED1
Registo Cronológico de Eventos		IED1	
Osciloperturbografia		IED1	
BCMT	Funções de Proteção		
	Desequilíbrio de Neutro (50N)	/ BC ⁷	IED1
	Máxima Intensidade de Fase (50)	/ BC ⁷	IED1
	Máxima Intensidade Homopolar (50N)	/ BC ⁹	IED1
	Mínimo de Tensão, U< (27)	Deslastre Frequência e Tensão MT ⁶ / LMT, BC	IED1
	Máxima Tensão Homopolar (59N)	Deslastre Frequência MT ⁶ (2) /	IED1, IED2
	Mínimo de Frequência (81)	Deslastre Frequência MT ¹⁰ (2) /	IED1
	Funções Complementares		
	Monitorização do disjuntor		IED1
	Falha de Disjuntor (50BF)	/ TPMT ¹¹	IED1
Registo Cronológico de Eventos		IED1	
Osciloperturbografia		IED1	
LM	Funções de Proteção		
	Máxima Intensidade de Fase (50)	/ LMT ¹¹	IED1

⁷ Apenas quando o andar MT da SE for explorado em regime de neutro isolado.

⁸ Apenas quando o andar MT da SE for explorado em regime de neutro impedante.

⁹ Atuação sobre o disjuntor através de ligação a fio a partir do IED do painel

¹⁰ Interação com a função de automatismo residente noutra IED via “rede de comunicação”

¹¹ Interligação com outro IED painel via “rede de comunicação” e atuação sobre o disjuntor através de ligação a fio a partir do IED de destino.

Painel	Funções de proteção e complementares	Destino: Automatismos / Painel	IED (Proteção Residente)	
	Máxima Intensidade Homopolar (50N)	/ LMT ¹¹	IED1	
	Máxima Intensidade Homopolar Direcional (67N)	/ LMT ¹¹	IED1	
	Máxima Intensidade Homopolar de Terras Resistentes (51N)	/ LMT ¹¹	IED1	
	Mínimo de Frequência (81)	Deslastre Frequência MT ¹² (2) /	IED1	
	Mínimo de Tensão, U< (27)	Deslastre Tensão MT ⁶ / LMT, BC	IED1	
	Máxima Tensão Homopolar (59N)	Deslastre Frequência MT ⁶ (2) /		
	Deteção de Condutores Partidos (46)	/ LMT ¹¹	IED1	
	Direcional de Potência (32)	Deslastre Tensão MT ¹² (2) /	IED1	
	Funções Complementares			
	Presença de Tensão		IED1	
	Falha de Disjuntor (50BF)	/ TPMT ¹³	IED1	
	Monitorização do disjuntor		IED1	
	Localizador de Defeitos (21FL)		IED1	
	Registo Cronológico de Eventos		IED1	
	Osciloperturbografia		IED1	
TSA+RN	Funções de Proteção			
	Máxima Intensidade de Fase (MIF)	/ TSA+RN ¹¹ (1)	IED 1	
	Máxima Intensidade Homopolar de Barras MT (MIH)	/ TPAT ¹³ (4), TPMT ¹³ (4)	IED 1	
	Detetor de Terras Resistentes - DTR			
	— Máximo de Tensão Homopolar (59N) ¹²	/ TPAT ¹³ (4), TPMT ¹³ (4)	IED 1	
	— Máximo de Intensidade Homopolar (50N) ¹³	/ TPAT ¹³ (4), TPMT ¹³ (4)	IED 1	
	Proteções Próprias	TSA+RN ¹¹ (1)	IED 1	
	Funções Complementares			
	Falha de Disjuntor (50BF)	/ TPMT ¹³	IED1	
	Monitorização do disjuntor		IED 1	
Registo Cronológico de Eventos		IED 1		
Osciloperturbografia		IED 1		

¹² Apenas quando o andar MT da SE for explorado em regime de neutro isolado.

¹³ Apenas quando o andar MT da SE for explorado em regime de neutro impedante.