



SOD **Superintendência de Operação da Distribuição**
DPLD **Departamento de Planejamento e Expansão da Distribuição**
VPED **Divisão de Proteção e Estudos Elétricos de Operação da DIS**
SPEMTD **Setor de Proteção e Estudos de Média Tensão da DIS**

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Participaram da elaboração deste manual:

Gerson Alcântara Andrade

Luiz Marcelo Padilha

Oscar Kim Junior

Rafael de Oliveira Ribeiro

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Este manual foi elaborado pelo Setor de Proteção e Estudos de Média Tensão da Copel Distribuição com objetivo de orientar os projetistas quanto a forma e conteúdo necessários para apresentação de projetos de proteção para acessantes de geração distribuída, nas modalidades de compensação e produção independente.

As orientações desse manual visam tornar mais padronizada a apresentação dos projetos, indicando quais as informações mínimas requeridas e como devem ser apresentadas de maneira a propiciar maior celeridade na análise e reduzir a necessidade de reapresentações.

Os projetos de proteção deverão adotar o padrão de formatação descrito neste manual, incluindo estrutura de tópicos, títulos, tabelas e diagramas. **Não serão aceitos projetos fora deste padrão.**

Quando em função da característica do projeto e seu respectivo enquadramento nas normas de referência, um determinado tópico ou item deste padrão não se aplicar, o item deverá ser preenchido com “Não se aplica”. O projetista poderá ainda, a seu critério, anexar, separadamente do documento padrão, outras informações que julgar necessárias. **Todos os anexos deverão estar devidamente identificados e referenciados no documento padrão.**

Visando deixar mais clara a interpretação deste manual e do padrão exigido, sempre que necessário foram incluídos exemplos, os quais se prestam apenas para melhor ilustração das informações requeridas e não devem ser tomados como valores ou parâmetros típicos a serem adotados no projeto. O documento padrão para preenchimento, em formato “.docx”, sem os exemplos e as instruções deste manual também ficará disponível aos interessados.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Ressalta-se que o manual tem caráter orientativo, não excluindo a necessidade de observância das normas técnicas vigentes, notadamente as normas Copel NTC 905200 e NTC 905100.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO**GENERALIDADES:**

- a) O memorial de proteção deve ser apresentado em arquivo eletrônico, no formato “pdf”, com timbre da empresa responsável.
- b) Deve conter capa com no mínimo as seguintes informações:
 - Nome do acessante;
 - Nome do empreendimento;
 - Cidade em que será instalado o empreendimento;
 - Tipo de geração e potência instalada do empreendimento;
 - Tensão de conexão;
 - Nome da empresa e do responsável pelo projeto de proteção com e-mail e telefone para contato;
 - Versão do documento e data de revisão.
 - Número da IAC (Informação de Acesso) ou PAC (Parecer de Acesso) emitidos pela Copel.
 - Número do documento de informação de impedância (PRT-002) emitido pela Copel.
- c) Deve conter a assinatura do responsável técnico pelo projeto, sendo o mesmo que consta na ART ou TRT.
- d) As páginas devem ser numeradas e devem conter cabeçalho com o nome da empresa responsável pelo estudo, nome do empreendimento e revisão.
- e) Deve incluir sumário no início do documento.
- f) O arquivo deve permitir busca textual, ou seja, a função localizar texto deve estar funcional.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

- g) As referências a outros documentos e anexos devem ser feitas de maneira clara.
- h) Os diagramas unifilares e funcionais devem ser apresentados obrigatoriamente em arquivos eletrônicos, no formato “pdf”, em separado do memorial de proteção. Especial atenção deve ser dada a resolução do documento que deve estar perfeitamente legível.
- i) O estudo de estabilidade (anti-ilhamento) deve ser apresentado como anexo.

Nos itens a seguir serão apresentadas a estrutura de tópicos, as formatações de tabela e os conteúdos mínimos a serem seguidos para o memorial de proteção.

Para melhor entendimento deste manual, os textos na cor **laranja** indicam instruções a respeito do preenchimento de cada item, enquanto textos na cor **azul** representam exemplos. Ressalta-se que os exemplos são meramente fictícios para ilustração do conteúdo esperado, não tendo pretensão de representar com exatidão casos reais de projeto.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Exemplo de Sumário

APRESENTAÇÃO	1
1. CHECK-LIST	7
2. INTRODUÇÃO E OBJETIVO	9
3. DIAGRAMA UNIFILAR	11
4. CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS	14
4.1. TRANSFORMADORES.....	14
4.2. GERADORES OU ALTERNADORES.....	15
4.3. MOTORES ACIONADORES.....	17
4.4. INVERSORES	18
4.5. PAINÉIS FOTOVOLTAICOS.....	19
4.6. LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO.....	20
4.7. TRANSFORMADORES DE CORRENTE – TC	20
4.8. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL – TP.....	21
4.9. RELÉS DE PROTEÇÃO	21
5. CURTO-CIRCUITO.....	23
5.1. IMPEDÂNCIAS	23
5.2. TABELAS RESUMO CURTO-CIRCUITO	25
6. DIMENSIONAMENTO DE TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS – TC E TP.....	38
7. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO.....	40
7.1. AJUSTES EXISTENTES.....	40
7.2. RELÉ RL2 (RA DE DERIVAÇÃO)	42
7.2.1. SOBRECORRENTE DE FASE – 50/51	42
7.2.2. SOBRECORRENTE DE NEUTRO – 50N/51N.....	44
7.2.3. SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE FASE – 67.....	46
7.2.4. SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE NEUTRO - 67N.....	49
7.2.5. SOBRE E SUBTENSÃO – 59 E 27	51
7.2.6. SOBRE E SUBFREQUÊNCIA - 81U/O	52
7.2.7. LINHA VIVA/BARRA MORTA	52
7.3. RELÉ RL 3 (RELÉ DO EI - USINA)	54
7.3.1. GRUPO 1.....	54
7.3.1.1. SOBRECORRENTE DE FASE – 50/51 – GRUPO 1	55
7.3.1.2. SOBRECORRENTE DE NEUTRO – 50N/51N – GRUPO 1.....	57
7.3.1.3. SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE FASE – 67 – GRUPO 1	59

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

7.3.1.4.	SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE NEUTRO - 67N.....	64
7.3.1.5.	SOBRECORRENTE COM RESTRIÇÃO DE TENSÃO - 51V.....	66
7.3.1.6.	SOBRE E SUBTENSÃO – 59 E 27	69
7.3.1.7.	SOBRETENSÃO DE NEUTRO - 59N.....	69
7.3.1.8.	SOBRE E SUBFREQUÊNCIA - 81U/O	71
7.3.1.9.	DIRECIONAL DE POTÊNCIA – 32.....	72
7.3.1.10.	DESBALANÇO DE CORRENTE – SEQUÊNCIA NEGATIVA - 46 E 37.....	73
7.3.1.11.	ANTI-ILHAMENTO – SALTO DE VETOR - 78 E DERIVADA DE FREQUÊNCIA – 81DF/DT	74
7.3.1.12.	LINHA VIVA/BARRA MORTA.....	75
7.3.1.13.	FALHA DE DISJUNTOR – 50BF.....	77
7.3.1.14.	FALHA CA, FALHA CC E FALHA RELÉ.....	78
7.3.2.	GRUPO 2.....	79
7.3.2.1.	SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE FASE – 67 – GRUPO 2	79
7.3.2.2.	SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE NEUTRO – 67N– GRUPO 2.....	80
7.3.3.	MUDANÇA DE GRUPO DE AJUSTE	81
8.	QUADRO RESUMO DOS AJUSTES DE PROTEÇÃO	82
9.	SELETIVIDADE E COORDENAÇÃO	85
10.	QUADRO GERAL – TIPOS DE FALTA X ATUAÇÕES DE PROTEÇÃO	107
11.	CONCLUSÃO	109

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

1. Check-List

Deverá obrigatoriamente ser preenchido o check-list constante da tabela a seguir.

Importante: o projeto só será **analisado** se todos os itens do check-list forem atendidos (“Sim”) ou houver justificativa devidamente embasada para os itens não-atendidos (“Não”). O preenchimento de um item com “Sim” apenas sinaliza que o projeto está completo e apto para ser analisado. A aprovação, entretanto, dependerá da análise do mesmo.

Check-list de Apresentação do Estudo de Proteção			
Item	Sim	Não	Justificativa (em caso de não atendimento)
O estudo de proteção está sendo apresentado conforme padrão exigido?			
Estão sendo apresentados os diagramas unifilares, funcionais e outros necessários para completo entendimento do projeto?			
Todos os equipamentos da instalação de geração com influência no estudo de proteção estão devidamente especificados e descritos? Ex.: transformadores, geradores, inversores, painéis fotovoltaicos, linhas de distribuição.			
Todos os equipamentos do sistema de proteção estão devidamente especificados e descritos? Ex.: TP, TC, relés.			
O estudo de curto-circuito contempla todas os pontos de falta necessários para dimensionamento do sistema de proteção?			
O estudo de curto-circuito contempla todos os tipos de falta necessários para dimensionamento do sistema de proteção?			
O estudo de curto-circuito apresenta as contribuições de todas as fontes			

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

e as respectivas correntes passantes pelos elementos de proteção?			
Todas as funções de proteção requeridos pelas normas NTC 905100 ou 905200 foram devidamente dimensionadas e descritas no estudo de proteção?			
Todos os sistemas auxiliares do sistema de proteção estão devidamente especificados e descritos? Ex: sistema de alimentação CA e CC, baterias e carregador, fonte capacitiva, controladores para troca de grupos de ajustes.			
Foi analisada e descrita no estudo a coordenação no sentido Copel → Usina?			
Foi anexada a ART/TRT em que consta claramente tratar-se de projeto de sistema de proteção de unidade de geração distribuída com despacho de energia para a rede da concessionária?			

2. Introdução e Objetivo

Inserir uma breve descrição sobre o empreendimento, seu nome, sua localização, tipo de unidade geradora (pch, cgh, térmica, fotovoltaica, ou outras), potência instalada e potência autorizada para despacho, tensão e circuito de conexão, modalidade de geração (compensação ou produção independente), eventuais obras necessárias para conexão da SE do acessante, como por exemplo construção de linhas, extensão de redes, etc.

Exemplo:

O presente memorial apresenta o projeto de proteção da “PCH ABCD”, que será instalada no município de Nova Esperança-PR, com potência instalada de 1,2 MVA, sendo autorizado o despacho de 1,1 MW, na modalidade de compensação de energia, conforme IAC número xxx/2020.

A “PCH ABCD” terá duas unidades geradoras hidráulicas de 600 kVA cada e sua conexão se dará em derivação (pingo) no circuito Alto Paraná – 34,5 kV, proveniente da Subestação Nova Esperança 138 kV, próximo do ponto de coordenadas UTM (374732, 7436233). Para a conexão será construída extensão de rede com 1 km de cabo 4/0 CAA desde a derivação até a SE da usina.

Serão apresentados neste documento os equipamentos dimensionados para a planta, os valores de curto-circuito e os ajustes de proteção para os relés localizados na usina e para o RA de derivação, a avaliação de seletividade e coordenação, as lógicas e intertravamentos, bem como os diagramas necessários para completo entendimento do projeto.

A figura 1 mostra a localização da SE “PCH ABCD”.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO



Figura 1: Localização da PCH ABCD

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Obrigatoriamente deverá ser preenchida a tabela resumo do empreendimento conforme modelo a seguir:

Tabela 1

Tabela Resumo do Empreendimento	
Nome do empreendimento	Exemplo: PCH ABCD
Potência instalada	Exemplo: 1200 kVA
Potência autorizada para despacho	Exemplo: 1100 kW
Tensão de conexão	[<input checked="" type="checkbox"/>] 34,5 kV [<input type="checkbox"/>] 13,8 kV
Localização	Município/Estado: Nova Esperança/PR Coordenadas: UTM (374546, 7435226)
Ponto de conexão	Exemplo: em derivação a partir do alimentador Copel “Alto Paraná 34,5 kV”, próximo das coordenadas UTM (374732, 7436233). Ou: Em linha expressa a partir da SE “Nome da SE Copel”.
Modalidade de conexão	[<input checked="" type="checkbox"/>] Compensação [<input type="checkbox"/>] Produção Independente

3. Diagrama Unifilar

O diagrama unifilar deve obrigatoriamente ser apresentado como anexo em arquivo eletrônico, no formato “pdf”, em separado do memorial de estudo, devendo estar referenciado neste item com o nome do anexo, por exemplo “ANEXO A – Diagrama Unifilar”.

A critério do projetista, uma versão simplificada do unifilar poderá ser acrescentada diretamente neste item, não dispensando a apresentação do arquivo em separado.

O Diagrama Unifilar deverá conter no mínimo as seguintes informações:

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

- a) Ponto de Conexão Copel, com o RA de conexão representado, quando existir, tanto para conexões em derivação quanto para conexões expressas partindo da SE Copel.
- b) Localização de TCs e TPs com as respectivas RTC e RTP;
- c) Localização dos elementos de interrupção e seccionamento;
- d) Representação dos relés, suas conexões com TCs e TPs e as funções de proteção que serão habilitadas, incluindo Falha de Disjuntor (BF) com as linhas de trip entre os elementos e representação dos esquemas Linha Viva/Barra Morta quando existirem;
- e) Transformadores de potência com indicação do grupo de ligação, potência, tensão primária e secundária, impedância percentual, tipo de núcleo, TAP;
- f) Linhas indicando sobre quais elementos de interrupção os relés darão trip;
- g) Linhas indicando intertravamentos;
- h) Barramentos de carga e geração com identificação;
- i) Geradores com potência e tipo de ligação;
- j) Todos os elementos deverão ter identificação operacional que deverá ser seguida sempre que citada em qualquer parte do estudo.
- k) Indicação de cabos e distâncias entre os elementos da SE sempre que representativos na análise de curto-circuito.

Exemplo:

O Diagrama Unifilar encontra-se no anexo “nome_do_anexo”.

Na figura abaixo encontra-se uma versão simplificada do diagrama unifilar.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

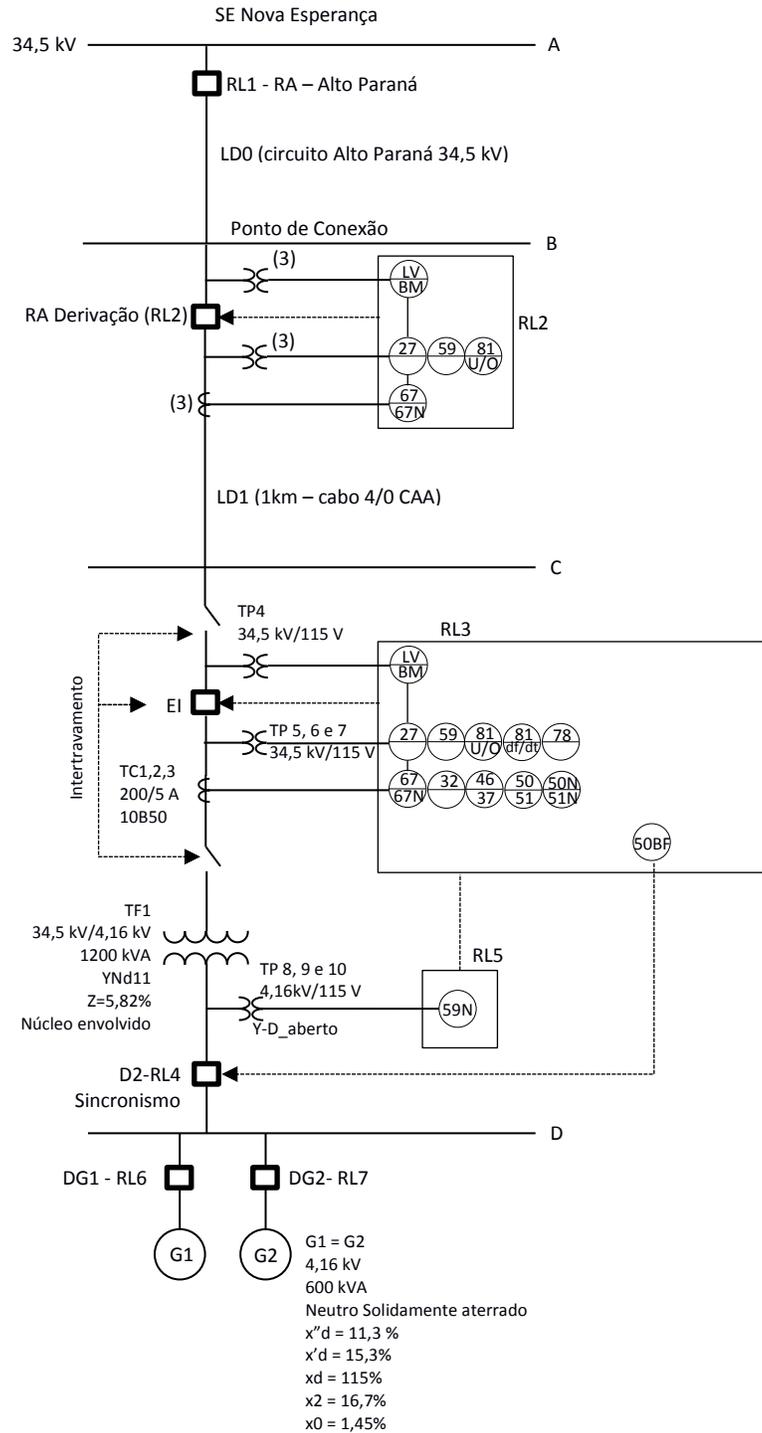


Figura 2: Digrama Unifilar

4. Características dos Equipamentos

4.1. Transformadores

Preencher as tabelas de características de cada equipamento.

Tabela 2

Transformador 1- TF1 (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Tipo	Exemplo: Trifásico, 2 enrolamentos
Potência	Exemplo: 1200 kVA
Tensão (primário/secundário/terciário)	Exemplo: 34,5 kV / 4,16 kV
Ligação (primário/secundário/terciário)	Exemplo: YNd11
Tipo de núcleo (envolvido ou envolvente)	<input checked="" type="checkbox"/> Envolvido <input type="checkbox"/> Envolvente
Impedância percentual <small>(Para transformadores de três enrolamentos é obrigatório fornecer as impedâncias no formato Zps, Zpt e Zst, com suas respectivas bases de potência)</small>	Exemplo para o caso de 2 enrolamentos: 5,82%
TAP	33 kV
Fabricante	Exemplo: XYZW Trafos
Foto da placa anexada? (sim/não)	Exemplo: Sim – Anexo X
Relatório de ensaio anexado (sim/não)	Exemplo: Sim – Anexo Y
Fonte dos dados*	Exemplo: Dados de placa <small>(...ou dados de catálogo, dados do relatório de ensaios, dados típicos.)</small>
Resistor de aterramento:	Exemplo: não se aplica <small>(...ou: 63Ω)</small>

Tabela 3

Transformador 2- TF2 (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Tipo	Exemplo: Trifásico, 2 enrolamentos
Potência	Exemplo: 3000 kVA
Tensão (primário/secundário/terciário)	Exemplo: 34,5 kV / 4,16 kV
Ligação (primário/secundário/terciário)	Exemplo: Yat/Yat/D

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Tipo de núcleo (envolvido ou envolvente)	<input type="checkbox"/> Envolvido	<input checked="" type="checkbox"/> Envolvente
Impedância percentual (Para transformadores de três enrolamentos é obrigatório fornecer as impedâncias no formato Z_{ps} , Z_{pt} e Z_{st} , com suas respectivas bases de potência)	Exemplo para o caso de três enrolamentos: $Z_{ps} = 4,64\%$ base 3000 kVA $Z_{pt} = 5,25\%$ base 1700 kVA $Z_{st} = 6,42\%$ base 1700 kVA	
Fabricante	Exemplo: XYZW Trafos	
Foto da placa anexada? (sim/não)	Exemplo: Sim	
Relatório de ensaio anexado (sim/não)	Exemplo: Sim	
Fonte dos dados*	Exemplo: Dados de placa (...ou dados de catálogo, dados do relatório de ensaios, dados típicos.)	
Resistor de aterramento:	Exemplo: não se aplica (...ou: 63Ω)	

* Devem ser apresentadas como anexo as fotos de placa e relatório de ensaio do transformador. Quando ainda não disponíveis os dados definitivos (transformador em processo de fabricação por exemplo), poderão ser usados dados de projeto, ou típicos, porém sujeitos a conferência posterior, em que, se verificadas divergências significativas, será requerida revisão do estudo de proteção. Os valores definitivos também deverão constar no *As-Built* do projeto. A fonte dos dados informados deve constar na linha específica da tabela.

Para mais transformadores, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

4.2. Geradores ou Alternadores

Quando não houver gerador ou alternador na instalação, como no caso de usinas fotovoltaicas, preencher apenas com NÃO SE APLICA.

Devem ser informados tanto os geradores que fazem parte da usina (paralelismo permanente) como eventuais geradores próprios do consumidor (paralelismo momentâneo).

Os geradores apenas de emergência, que não façam paralelismo em nenhum momento com a rede Copel não precisam ter seus dados informados, mas esta condição operativa deverá estar explicitamente indicada neste item.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Atentar que mesmo para usinas fotovoltaicas poderá haver geradores próprios (diesel) com paralelismo momentâneo, devendo estes serem informados neste item.

Preencher as tabelas com os dados dos geradores. Indicar o tipo de paralelismo com a rede da Copel, ou seja, se permanente ou momentâneo.

Tabela 4

Gerador 1 – G1 (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Tipo	Exemplo: Pólos salientes com enrolamento amortecedor
Potência	Exemplo: 600 kVA
Tensão	Exemplo: 4,16 kV
Ligação	Exemplo: estrela solidamente aterrado. Ou: estrela aterrado com resistor.
Reatância subtransitória x"d	Exemplo: 11,3%
Reatância transitória (x'd)	Exemplo: 15,3%
Reatância síncrona (xd)	Exemplo: 115%
Constante subtrans. De eixo direto –curto-circuito (T"d)	Exemplo: 0,02s
Constante transitória de eixo direto – curto-circuito (T'd)	Exemplo: 0,7s
Resistor de aterramento	Exemplo: não se aplica
Reatância sequência negativa (x2)	Exemplo: 16,7%
Reatância sequência zero (x0)	Exemplo: 1,45%
Rendimento do alternador	Exemplo: 92,1 % (...ou não se aplica)
Fabricante	Exemplo: XYZW Geradores
Modelo	Exemplo: GBCD600
Fonte dos dados	Exemplo: Dados de placa (...ou dados de catálogo, dados do relatório de ensaios, dados típicos.)
Tipo de paralelismo	<input checked="" type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Momentâneo

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO
Tabela 5

Gerador 2 – G2 (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Tipo	Exemplo: Pólos salientes com enrolamento amortecedor
Potência	Exemplo: 600 kVA
Tensão	Exemplo: 4,16 kV
Ligação	Exemplo: estrela aterrado com resistor.
Reatância subtransitória $x''d$	Exemplo: 11,3 %
Reatância transitória ($x'd$)	Exemplo: 15,3 %
Reatância síncrona (x_d)	Exemplo: 115 %
Constante subtrans. De eixo direto –curto-circuito ($T''d$)	Exemplo: 0,02s
Constante transitória de eixo direto – curto-circuito ($T'd$)	Exemplo: 0,7s
Resistor de aterramento	Exemplo: não se aplica
Reatância sequência negativa	Exemplo: 16,7%
Reatância sequência zero	Exemplo: 1,45%
Rendimento do alternador	Exemplo: 92,1 % (...ou não se aplica. Normalmente se aplica para grupo motor-gerador)
Fabricante	Exemplo: XYZW Geradores
Modelo	Exemplo: GBCD600
Fonte dos dados	Exemplo: Dados de placa (...ou dados de catálogo, dados típicos.)
Tipo de paralelismo	<input checked="" type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Momentâneo

Para mais geradores, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

4.3. Motores Acionadores

Quando não aplicável preencher apenas com **NÃO SE APLICA**.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Quando houver motor de acionamento, caso comum em Usinas Térmicas, informar os dados do motor conforme tabela abaixo.

Tabela 6

Motor do Gerador – Gx (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Fabricante	Exemplo: KLMN Motores
Modelo	Exemplo: M1234 – Biogás
Potência mecânica nominal	Exemplo: 300 cv
Tensão	Exemplo: 380/220 V
Rendimento	Exemplo: 96%
Fonte dos dados	Exemplo: Dados de placa (...ou dados de catálogo, dados típicos.)

Para mais motores acionadores, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

Nos casos em que a potência elétrica máxima de geração seja inferior a potência nominal dos geradores em função de limitação da potência da máquina primária, o cálculo demonstrando a relação de potências mecânica e elétrica deverá ser demonstrado.

4.4. Inversores

Quando não aplicável preencher apenas com NÃO SE APLICA.

Tabela 7

Inversores INVx até INVy (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Fabricante	Exemplo: INVXYZ
Modelo	Exemplo: INV1234
Potência	Exemplo: 125 kW
Tensão	Exemplo: 380/220 V
Número de unidades	Exemplo: 12

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Fonte dos dados

Exemplo: Dados de placa

(...ou dados de catálogo, dados típicos.)

Para mais modelos de inversores, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

4.5. Painéis Fotovoltaicos

Quando não aplicável, preencher apenas com NÃO SE APLICA.

Tabela 8

Painéis Fotovoltaicos PVx até PVy (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Fabricante	Exemplo: SOLXYZ
Modelo	Exemplo: PV1234
Potência	Exemplo: 180W
Tensão	Exemplo: 35,1 V
Número de unidades	Exemplo: 182
Fonte dos dados	Exemplo: .dados de catálogo, ou dados típicos.

Para mais modelos de painéis fotovoltaicos, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

4.6. Linhas de Distribuição

As linhas expressas, extensões de rede a partir do ponto de conexão, bem como linhas internas à instalação do acessante devem ser informadas nesta seção. Não é necessário informar os trechos dos alimentadores da Copel já existentes no caso das conexões em derivação.

Tabela 9

Linha de Distribuição – LD1 (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Cabo (tipo, diâmetro)	Exemplo: cabo 4/0 CAA
Impedância sequencia positiva (ohm/km)	Exemplo: 0,3579+j0,4790 (ohm/km)
Impedância sequencia zero (ohm/km)	Exemplo: 0,5356+j1,9203 (ohm/km)
Extensão	Exemplo: 1 km
Fonte dos dados	Exemplo: dados de catálogo, ou dados típicos.

Para mais trechos de linhas, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

4.7. Transformadores de Corrente – TC

Tabela 10

Transformador de Corrente – TC1 (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Corrente nominal primário/ secundário	Exemplo: 200 A / 5 A
RTC	Exemplo: 40
Classe de exatidão	Exemplo: 10B50
Fabricante	Exemplo: XYZW Transformadores de instrumentos
Fonte dos dados	Exemplo: Dados de placa (...ou dados de catálogo, dados típicos.)

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Para mais transformadores de corrente, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

4.8. Transformadores de Potencial – TP

Tabela 11

Transformador de Potencial – TP1 (sempre indicar o nome operacional, que deve ser igual ao do unifilar)	
Tensão nominal primário/ Tensão nominal secundário	Exemplo: 34,5 kV / 115 V
RTP	Exemplo: 300
Ligação	Exemplo: estrela, ou delta aberto, etc
Fabricante	Exemplo: XYZW Transformadores de instrumentos
Fonte dos dados	Exemplo: Dados de placa (...ou dados de catálogo, dados típicos.)

Para mais transformadores de potencial, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

4.9. Relés de Proteção

Tabela 12

Relés		
Operacional (sempre usar o mesmo operacional do diagrama unifilar)	Fabricante	Modelo (ou Controle)
RL2	XYZW RA	XY 1000
RL3	ABCD	1010A

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

RL4	ABCD	1234B
RL5	ABCD	1010N

Para mais relés, acrescentar quantas tabelas forem necessárias conforme modelo acima, lembrando de corrigir a numeração de todas as tabelas subsequentes do documento.

5. Curto-Circuito

Neste item deverão ser apresentadas as impedâncias e os resultados do estudo de curto circuito.

5.1. Impedâncias

O acessante deverá solicitar à Copel, previamente elaboração do projeto, a informação de impedância para acessantes de geração. Os valores deverão ser informados neste item, referenciando o número do documento recebido.

Exemplo: A tabela abaixo apresenta os valores de impedância informados pela Copel através do documento PRT-02_xxx-2019-Rx – GD PCH ABCD_R0.

Tabela 13

Impedância Fornecida pela Copel – Subestação e Ponto de Conexão – Sbase=100 MVA					
Local	Vbase	R1 (pu)	X1 (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)
SE COPEL	34,5 kV	0,05340	0,56505	0,02117	0,16833
Ponto de Conexão*	34,5 kV	0,08451	0,63172	0,08117	0,46277

*Se o ponto de conexão for na própria SE COPEL basta informar as impedâncias na mesma (apenas primeira linha da tabela).

Apresentar também os valores em PU das impedâncias das linhas e transformadores, convertidas para a base de potência base de 100 MVA e tensão de base conforme a tensão do alimentador em que haverá a conexão (13,8 kV ou 34,5kV) adequando-a conforme as relações de transformação do sistema em cada ponto.

Exemplo: A tabela abaixo apresenta os valores de impedância das linhas e transformadores previstos no projeto.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO
Tabela 14

Impedância de Linhas e Transformadores – Sbase=100 MVA					
Linha/Equipamento	Vbase	R1 (pu)	X1 (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)
LD0 (circuito de conexão)	34,5 kV	0,03111	0,06667	0,60000	0,29444
LD1	34,5 kV	0,03007	0,04024	0,04500	0,16134
TF1	34,5 kV	0,03	4,85	0,01	4,1225
LDn	4,16 kV	Xxx	xxx	Xxx	xxx

No exemplo, LD0 foi considerado como o circuito no qual a usina será conectada, a impedância do mesmo neste caso foi obtida através da subtração da impedância no ponto de conexão da impedância na barra da SE Copel.

Apresentar também os valores em PU das impedâncias dos geradores, convertidas para a base de potência base de 100 MVA e tensão de base conforme a tensão do alimentador em que haverá a conexão (13,8 kV ou 34,5kV) adequando-a conforme as relações de transformação do sistema em cada ponto.

Exemplo: A tabela abaixo apresenta os valores de impedância dos geradores.

Tabela 15

Impedância de Geradores – Sbase=100 MVA						
Gerador	Vbase	x''d (pu)	x'd (pu)	xd (pu)	x0 (pu)	x2 (pu)
G1	4,16 kV	18,83333	25,50000	191,66667	2,41667	27,83333
G2	4,16 kV	18,83333	25,50000	191,66667	2,41667	27,83333
Gn	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Apresentar diagramas de sequência positiva, negativa e zero. No diagrama devem estar identificados os pontos (barras) em que serão calculados os valores de curto-circuito. Dependendo da resolução e tamanho do diagrama, o mesmo poderá ser apresentado em anexo, devendo estar referenciado neste item.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Exemplo:

O diagrama de impedâncias de sequência positiva, negativa e zero é apresentado na figura abaixo.

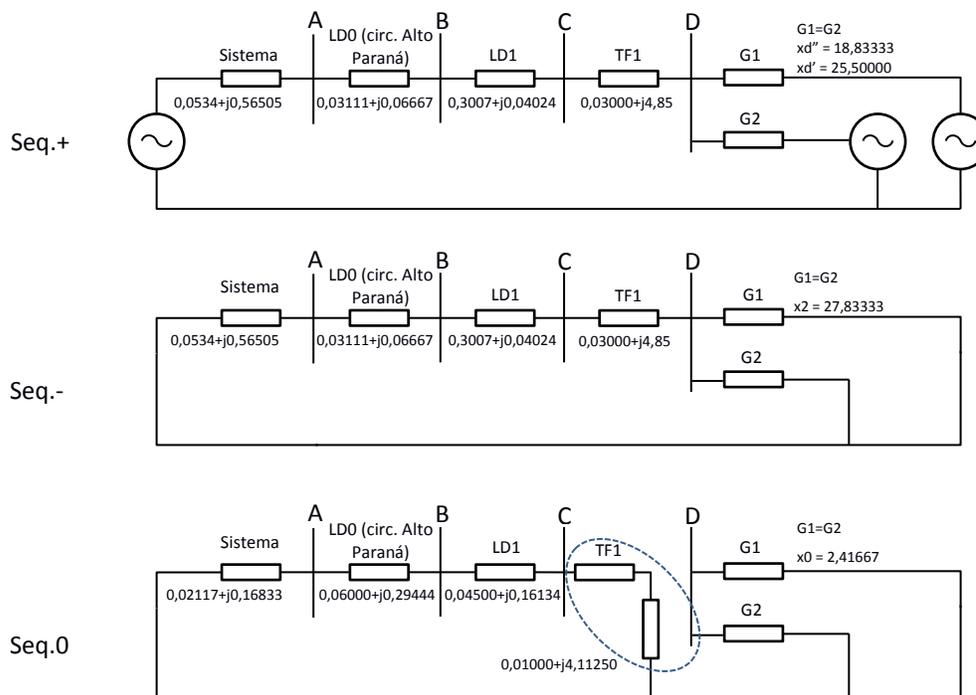


Figura 3: Diagrama de impedâncias de sequência positiva, negativa e zero.

5.2. Tabelas resumo Curto-Circuito

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Descrever sucintamente o método ou indicar o software utilizado para o cálculo de curto-circuito. Para geração fotovoltaica descrever qual critério foi utilizado para determinar a contribuição de curto-circuito proveniente da usina solar.

Deverão ser estabelecidos cenários em função de número (e características) dos geradores em operação. Para cada cenário deverão ser apresentados os valores de curto-circuito, considerando, pelo menos, as seguintes faltas:

- Faltas trifásicas (FFF);
- Faltas bifásicas (FF);
- Faltas fase-terra (FT);
- Faltas fase-terra-mínima (FTZ), com impedância de falta (Z) de $R_f = 40/3 \Omega$.

Estas faltas deverão ser calculadas no mínimo nas barras elencadas abaixo, sendo que sempre devem ser apresentados os valores totais e as contribuições da Copel e do Acessante:

- Barra da Subestação Copel;
- Barra do Ponto de Conexão;
- Barra de entrada da SE do acessante (primário);
- Barras secundárias da SE do acessante (ou seja, na BT);
- Qualquer outra barra em que haja elementos de proteção de MT (relés, religadores);
- Todas as barras deverão estar identificadas no diagrama e a mesma identificação deve ser adotada nas tabelas.

Além dos valores totais e das contribuições, tendo em vista que o fluxo é bidirecional, e para permitir análise de coordenação, devem ser apresentados os valores passantes em cada elemento de proteção sempre considerando duas possibilidades: uma com a falta ocorrendo no lado da Copel do elemento de proteção e outra considerando a falta no lado do acessante.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO**Para todos os tipos de falta devem ser apresentadas:**

- A corrente de curto-circuito total no ponto;
- Os valores de contribuição da Copel e da Usina vistos por cada relé adjacente a falta;
- A contribuição por fase e por neutro (3I0) nas faltas fase-terra e fase-terra-mínima.

As tabelas-modelo apresentadas nos cenários das tabelas abaixo poderão ser substituídas por diagramas de curto-circuito e contribuição. Neste caso os diagramas deverão ser elaborados da seguinte forma:

- Cada barra de interesse deve estar devidamente identificada, de maneira que possa ser claramente relacionada com a posição correspondente no diagrama unifilar.
- Deverá ser utilizado um diagrama para cada barra sob falta.
- Para cada barra deve ser apresentado o valor total do curto-circuito trifásico, bifásico, fase-terra e fase-terra-mínimo.
- Para cada barra devem ser apresentadas as contribuições de cada fonte através de setas com o sentido da corrente de curto-circuito e os respectivos valores para faltas trifásicas, bifásicas, fase-terra (valor de fase e 3I0) e fase-terra-mínimo (valor de fase e 3I0).
- Além das contribuições deverão ser apresentados os passantes nos ramos em que se situam cada elemento de proteção nas demais barras, com setas indicando o sentido do fluxo.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Exemplo de diagrama de contribuições de curto-circuito.

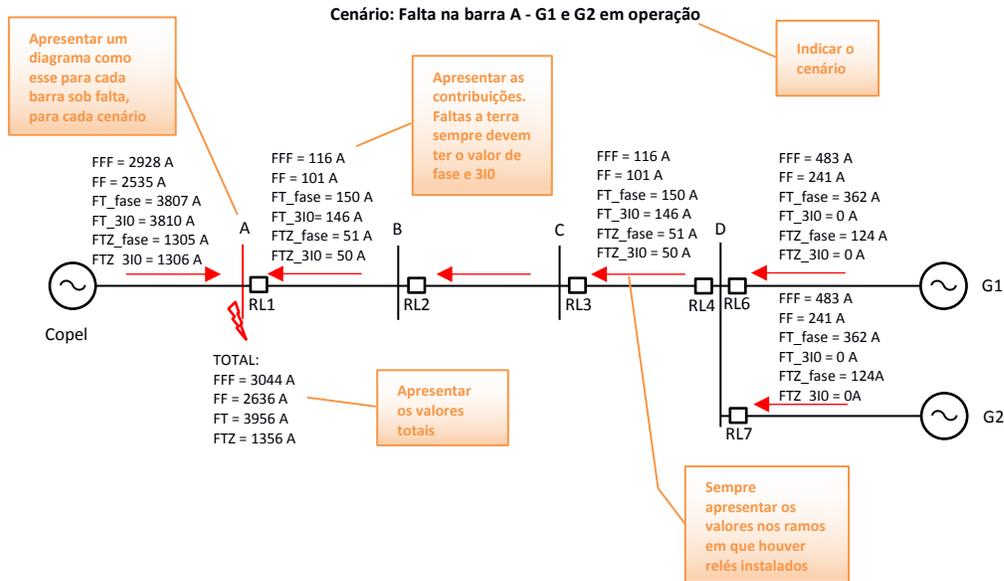


Figura 4: Diagrama contribuições de curto-circuito.

Tabelas-modelo para apresentação dos resultados de curto-circuito: preencher as tabelas com os valores de curto-circuito totais nas barras, as contribuições da Copel e da Usina e os passantes por cada elemento de proteção para cada tipo de falta.

Tabela 16

Falta no lado da Copel do elemento de proteção da barra A							
Cenário Geração	Elemento Proteção	FFF (A)	FF (A)	FT (A)		FT_mín (A)	
				Fase	310	Fase	310
0 G	Total	2928	2535	3825	3825	1347	1347
	Contribuição Copel	2928	2535	3778	3684	1331	1298
	Contribuição Acessante	0	0	47	141	16	49
	RL1	0	0	47	141	16	49
	RL2	0	0	47	141	16	49
	RL3	0	0	47	141	16	49
G1 ou G2	Total	2998	2596	3904	3904	1352	1352
	Contribuição	2928	2535	3795	3760	1315	1303

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	Copel						
	Contribuição Acessante	70	60	109	144	37	50
	RL1	70	60	109	144	37	50
	RL2	70	60	109	144	37	50
	RL3	70	60	109	144	37	50
	RL4	583	291	438	0	152	0
G1 e G2	Total	3044	2636	3956	3956	1356	1356
	Contribuição Copel	2928	2535	3807	3810	1304	1306
	Contribuição Acessante	116	100	149	146	51	50
	RL1	116	100	149	146	51	50
	RL2	116	100	149	146	51	50
	RL3	116	100	149	146	51	50
	RL4	965	482	724	0	248	0

Tabela 17

Falta no lado do Acessante do elemento de proteção da barra A							
Cenário Geração	Elemento Proteção	FFF (A)	FF (A)	FT (A)		FT_mín (A)	
				Fase	3I0	Fase	3I0
0 G	Total	2928	2535	3825	3825	1347	1347
	Contribuição Copel	2928	2535	3778	3684	1331	1298
	Contribuição Acessante	0	0	47	141	16	49
	RL1	2928	2535	3778	3684	1331	1298
	RL2	0	0	47	141	16	49
	RL3	0	0	47	141	16	49
	RL4	0	0	0	0	0	0
G1 ou G2	Total	2998	2596	3904	3904	1352	1352
	Contribuição Copel	2928	2535	3795	3760	1315	1303
	Contribuição Acessante	70	60	109	144	37	50

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	RL1	2928	2535	3795	3760	1315	1303
	RL2	70	60	109	144	37	50
	RL3	70	60	109	144	37	50
	RL4	583	291	438	0	152	0
	Total	3044	2636	3956	3956	1356	1356
G1 e G2	Contribuição Copel	2928	2535	3807	3810	1304	1306
	Contribuição Acessante	116	100	149	146	51	50
	RL1	2928	2535	3807	3810	1304	1306
	RL2	116	100	149	146	51	50
	RL3	116	100	149	146	51	50
	RL4	965	482	724	0	248	0

Tabela 18

Falta no lado da Copel do elemento de proteção da barra B							
Cenário Geração	Elemento Proteção	FFF (A)	FF (A)	FT (A)		FT_mín (A)	
				Fase	3I0	Fase	3I0
0 G	Total	2609	2260	2933	2933	1262	1262
	Contribuição Copel	2609	2260	2836	2643	1221	1137
	Contribuição Acessante	0	0	97	293	42	126
	RL1	2609	2260	2836	2643	1221	1137
	RL2	0	0	97	293	42	126
	RL3	0	0	97	293	42	126
	RL4	0	0	0	0	0	0
G1 ou G2	Total	2679	2320	2922	2922	1269	1269
	Contribuição Copel	2609	2260	2841	2695	1205	1144

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	Contribuição Acessante	70	61	152	299	64	127
	RL1	2609	2260	2841	2695	1205	1144
	RL2	70	61	152	299	64	127
	RL3	70	61	152	299	64	127
	RL4	585	292	377	0	160	0
	Total	2725	2360	3030	3030	1274	1274
G1 e G2	Contribuição Copel	2609	2260	2844	2730	1195	1147
	Contribuição Acessante	117	101	187	303	79	127
	RL1	2609	2260	2844	2730	1195	1147
	RL2	117	101	187	303	79	127
	RL3	117	101	187	303	79	127
	RL4	970	970	622	0	261	0

Tabela 19

Falta no lado do Acessante do elemento de proteção da barra B							
Cenário Geração	Elemento Proteção	FFF (A)	FF (A)	FT (A)		FT_mín (A)	
				Fase	3I0	Fase	3I0
0 G	Total	2609	2260	2933	2933	1262	1262
	Contribuição Copel	2609	2260	2836	2643	1221	1137
	Contribuição Acessante	0	0	97	293	42	126
	RL1	2609	2260	2836	2643	1221	1137
	RL2	2609	2609	2836	1643	1221	1137
	RL3	0	0	97	293	42	126
	RL4	0	0	0	0	0	0
G1 ou G2	Total	2679	2320	2922	2922	1269	1269

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	Contribuição Copel	2609	2260	2841	2695	1205	1144
	Contribuição Acessante	70	61	152	299	64	127
	RL1	2609	2260	2841	2695	1205	1144
	RL2	2609	2260	2841	2695	1205	1144
	RL3	70	61	152	299	64	127
	RL4	585	292	377	0	160	0
G1 e G2	Total	2725	2360	3030	3030	1274	1274
	Contribuição Copel	2609	2260	2844	2730	1195	1147
	Contribuição Acessante	117	101	187	303	79	127
	RL1	2609	2260	2844	2730	1195	1147
	RL2	2609	2260	2844	2730	1195	1147
	RL3	117	101	187	303	79	127
	RL4	970	970	622	0	261	0

Tabela 20

Falta no lado da Copel do elemento de proteção da barra C							
Cenário Geração	Elemento Proteção	FFF (A)	FF (A)	FT (A)		FT_mín (A)	
				Fase	3I0	Fase	3I0
0 G	Total	2441	2114	2603	2603	1210	1210
	Contribuição Copel	2441	2114	2487	2257	1157	1049
	Contribuição Acessante	0	0	117	352	54	163
	RL1	2441	2114	2487	2257	1157	1049
	RL2	2441	2114	2487	2257	1157	1049
	RL3	0	0	117	352	54	163
	RL4	0	0	0	0	0	0
G1 ou G2	Total	2510	2174	2655	2655	1218	1218

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	Contribuição Copel	2441	2114	2486	2302	1142	1056
	Contribuição Acessante	70	61	169	359	77	164
	RL1	2441	2114	2486	2302	1142	1056
	RL2	2441	2114	2486	2302	1142	1056
	RL3	70	61	169	359	77	164
	RL4	586	293	357	0	164	0
G1 e G2	Total	2556	2214	2689	2689	1224	1224
	Contribuição Copel	2441	2114	2489	2332	1132	1061
	Contribuição Acessante	117	101	203	363	92	165
	RL1	2441	2114	2489	2332	1132	1061
	RL2	2441	2114	2489	2332	1132	1061
	RL3	117	101	203	363	92	165
	RL4	972	486	590	0	268	0

Tabela 21

Falta no lado do Acessante do elemento de proteção da barra C							
Cenário Geração	Elemento Proteção	FFF (A)	FF (A)	FT (A)		FT_mín (A)	
				Fase	3I0	Fase	3I0
0 G	Total	2441	2114	2603	2603	1210	1210
	Contribuição Copel	2441	2114	2487	2257	1157	1049
	Contribuição Acessante	0	0	117	352	54	163
	RL1	2441	2114	2487	2257	1157	1049
	RL2	2441	2114	2487	2257	1157	1049
	RL3	2441	2114	2487	2257	1157	1049

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	RL4	0	0	0	0	0	0
G1 ou G2	Total	2510	2174	2655	2655	1218	1218
	Contribuição Copel	2441	2114	2486	2302	1142	1056
	Contribuição Acessante	70	61	169	359	77	164
	RL1	2441	2114	2486	2302	1142	1056
	RL2	2441	2114	2486	2302	1142	1056
	RL3	2441	2114	2486	2302	1142	1056
	RL4	586	293	357	0	164	0
G1 e G2	Total	2556	2214	2689	2689	1224	1224
	Contribuição Copel	2441	2114	2489	2332	1132	1061
	Contribuição Acessante	117	101	203	363	92	165
	RL1	2441	2114	2489	2332	1132	1061
	RL2	2441	2114	2489	2332	1132	1061
	RL3	2441	2114	2489	2332	1132	1061
	RL4	972	486	590	0	268	0

Tabela 22

Falta no lado da Copel do elemento de proteção da barra D							
Cenário Geração	Elemento Proteção	FFF (A)	FF (A)	FT (A)		FT_mín (A)	
				Fase	3I0	Fase	3I0
0 G	Total	2511	2174	0	0	0	0
	Contribuição Copel	2511	2174	0	0	0	0
	Contribuição Acessante	0	0	0	0	0	0
	RL1	302	302	0	0	0	0

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	RL2	302	302	0	0	0	0
	RL3	302	302	0	0	0	0
	RL4	0	0	0	0	0	0
G1 ou G2	Total	3248	2812	3800	3800	179	179
	Contribuição Copel	2511	2174	1958	0	92	0
	Contribuição Acessante	737	638	1841	3800	87	179
	RL1	302	302	204	0	9,7	0
	RL2	302	302	204	0	9,7	0
	RL3	302	302	204	0	9,7	0
	RL4	737	638	1841	3800	87	179
G1 e G2	Total	3984	3451	5095	5095	180	180
	Contribuição Copel	2511	2174	2140	0	75	0
	Contribuição Acessante	1474	1276	2954	5095	104	180
	RL1	302	302	223	0	8	0
	RL2	302	302	223	0	8	0
	RL3	302	302	223	0	8	0
	RL4	1474	1276	2954	5095	104	180

Tabela 23

Falta no lado do Acessante do elemento de proteção da barra D							
Cenário Geração	Elemento Proteção	FFF (A)	FF (A)	FT (A)		FT_mín (A)	
				Fase	3I0	Fase	3I0
0 G	Total	2511	2174	0	0	0	0
	Contribuição Copel	2511	2174	0	0	0	0
	Contribuição Acessante	0	0	0	0	0	0
	RL1	302	302	0	0	0	0
	RL2	302	302	0	0	0	0

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	RL3	302	302	0	0	0	0
	RL4	2511	2174	0	0	0	0
G1 ou G2	Total	3248	2812	3800	3800	179	179
	Contribuição Copel	2511	2174	1958	0	92	0
	Contribuição Acessante	737	638	1841	3800	87	179
	RL1	302	302	204	0	9,7	0
	RL2	302	302	204	0	9,7	0
	RL3	302	302	204	0	9,7	0
	RL4	2511	2174	1958	0	92	0
G1 e G2	Total	3984	3451	5095	5095	180	180
	Contribuição Copel	2511	2174	2140	0	75	0
	Contribuição Acessante	1474	1276	2954	5095	104	180
	RL1	302	302	223	0	8	0
	RL2	302	302	223	0	8	0
	RL3	302	302	223	0	8	0
	RL4	2511	2174	2140	0	75	0

Nas tabelas acima a nomenclatura usada para o Local (Ponto A, Ponto B, etc) e para os relés (RL1, RL2, etc) deverá ser adequada a nomenclatura adotada no projeto.

Para cada local de falta (barra) foram consideradas duas situações: uma em que a falta ocorre no lado Copel do elemento de proteção e outra em que a falta ocorre no lado do Acessante. Essa distinção é utilizada para posterior avaliação da coordenação dos elementos de proteção em cada sentido de fluxo, ou seja, direto ou reverso.

O estudo de curto-circuito deve trazer análise de todas as situações e especificidades do projeto. Por exemplo: dependendo do tempo de atuação a ser parametrizado nas funções de sobrecorrente e das constantes de tempo da máquina, deve-se levar em consideração o decaimento da envoltória de curto-circuito em função da mudança entre os períodos subtransitório e transitório, ou seja, deve ser analisado e descrito no estudo, se o valor de curto-circuito que sensibiliza o pick-up da função permanece até o atingimento da temporização estabelecida para a mesma.

As tabelas-modelo possuem linhas suficientes para até 4 relés. Caso haja necessidade de incluir mais relés, acrescentar as respectivas linhas.

Adicionar quantos cenários forem necessários.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

6. Dimensionamento de Transformadores de Instrumentos – TC e TP

Apresentar aqui as considerações, cálculos e critérios adotados para a especificação de cada TC e TP.

Exemplo:

Os TC foram dimensionados considerando os seguintes critérios:

- a) A corrente nominal primária deve ser maior do que o valor da maior corrente de curto-circuito no ponto de instalação do TC dividida pelo fator de sobrecorrente (FS), sendo FS =20.

Logo:
$$I_{nom_pri_TC} \geq \frac{I_{cc_m\acute{a}x}}{20}$$

$$I_{nom_pri_TC} \geq \frac{2489}{20}$$

$$I_{nom_pri_TC} \geq 124 \text{ A}$$

Sendo:

$I_{nom_pri_TC}$: corrente nominal primária do TC

$I_{cc_m\acute{a}x}$: maior valor de curto-circuito no ponto de instalação.

- b) A tensão secundária dada pela multiplicação da maior corrente de falta pelo carregamento (soma das impedâncias no secundário do TC) deve ser menor que a tensão especificada para sua classe de exatidão.

Logo:
$$V_{S_TC} \geq \frac{I_{cc_m\acute{a}x}}{RTC} (R_{enr_TC} + Z_{carga_TC})$$

Sendo:

V_{S_TC} : tensão no secundário do TC

$I_{cc_m\acute{a}x}$: maior valor de curto-circuito no ponto de instalação.

RTC: relação de transformação = 40 (considerando o TC de 200/5 A)

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

R_{enr_TC} : resistência do enrolamento secundário do TC1 = 0,2 Ω (típico).

Z_{carga_TC} : carga conectada ao secundário do TC1

A carga conectada ao secundário do TC1 é dada pela impedância do cabo de conexão mais a impedância de entrada do relé RL3. Será usado um cabo de seção 2,5mm² com 3m de extensão (6m ida e volta) e impedância de 10 Ω /km. Conforme catálogo do relé RL3 a impedância das entradas de corrente é de 0,005 Ω .

Assim: $Z_{carga_TC} = \frac{6}{1000} \times 10 + 0,005 = 0,065\Omega$

$$V_{S_TC} \geq \frac{2489}{40} (0,2 + 0,065)$$

$$V_{S_TC} \geq 16,49 V$$

Desta forma, será adotado para o TC1 a especificação 200/5 A – 10B50.

Para dimensionamento dos TP considerar sua carga e tensão nominal, relação de transformação, grupo de ligação, classe de exatidão e nível de isolamento.

7. Dimensionamento do sistema de Proteção

Os itens a seguir contemplam todas as funções de proteção previstas nas normas para acessantes de geração da COPEL, conforme a localização do elemento de proteção a ser dimensionado.

Caso o projeto utilize funções de proteção não requisitadas pelas normas COPEL, o projetista poderá acrescentar as mesmas ao final da lista de itens a seguir.

Caso alguma função não se aplique ao projeto em razão de seu enquadramento na norma de referência (pela potência, tipo de geração, etc) o item referente a esta função deverá ser preenchido com NÃO SE APLICA.

Para RA de derivação ou RA de saída de linha expressa em que não haverá RA na derivação, as funções que devem ser contempladas nos mesmos são as seguintes:

- Sobrecorrente de fase e de neutro com ou sem direcionalidade, a depender do estudo;
- Sobre e subtensão;
- Sobre e subfrequência;
- Linha Viva/Barra Morta.

Para os casos de conexão em linha expressa em que houver, além do RA de saída da SE, outro RA na derivação, como acontece nas conexões no regime de compensação por exemplo, o RA de derivação deverá conter as funções citadas acima e o RA de saída da SE poderá conter apenas as funções de sobrecorrente.

7.1. Ajustes existentes

Apresentar neste item os ajustes de proteção existentes na rede e instalações em que a usina será conectada. Entram neste item os ajustes obtidos na informação de impedância emitida pela Copel, bem como ajustes já existentes, e que não estejam sendo alterados, na planta do acessante, como por exemplo em um relé geral de entrada.

Exemplo: Nas tabelas a seguir são apresentados os ajustes obtidos na informação de impedância emitida pela Copel – PRT-002_xxxx-aaaa.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO
Tabela 24

RA Alto Paraná – SE Nova Esperança - RL1					
POR	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
124/2015					
Fase	350	120	1	0,2	Exemplo: MRT =xxxx HCL = yyyy Low Set = zzzz
Neutro	25	140	1	0	SEF = xxxx em yyyy s.
Religamentos: 2s, 5s.					

Tabela 25

RA Abelha Grande – SE Nova Esperança					
POR	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
123/2015					
Fase	400	120	1	0	Exemplo: MRT =xxxx HCL = yyyy Low Set = zzzz
Neutro	25	140	1	0	SEF = xxxx em yyyy s.
Religamentos: 2s, 5s.					

Tabela 26

RA Expresso Florai – SE Nova Esperança					
POR	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
125/2015					
Fase	400	120	1	0	Exemplo: MRT =xxxx HCL = yyyy Low Set = zzzz
Neutro	25	140	1	0	SEF = xxxx em yyyy s.
Religamentos: 2s, 5s.					

Tabela 27

G134 – SE Nova Esperança					
POR	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
113/2014					
Fase	492	C1	0,35	0	
Neutro	312	C1	0,45	0	

7.2. Relé RL2 (RA de derivação)

Descrever sucintamente o relé/controlador, funções habilitadas e características de ligação.

O RA de derivação deverá ser um modelo homologado em acordo com a especificação REL-01 da Copel.

Exemplo:

No ponto de conexão será utilizado o RA XYZW, controle XY-1000. Este RA possui medição de corrente e tensão embarcados no lado fonte, o qual será instalado voltado para a Copel. O lado carga será instalado voltado para a usina e a medição de tensão será feita por TP externos. Neste RA serão habilitadas as funções de sobrecorrente, sobre/subtensão, sobre/subfrequência e Linha Viva/Barra Morta. O esquema de ligação é apresentado no anexo “xxxx”.

Este RA deve atuar no sentido da Copel para a Usina e não atuar no sentido reverso.

O RA será automatizado com disponibilização de supervisão e controle ao Centro de Operações da Copel.

7.2.1. Sobrecorrente de Fase – 50/51

Este subitem deve ser utilizado apenas para as funções de sobrecorrente em que não será habilitada a restrição de direcionalidade, sendo que se esta for usada, os ajustes, incluindo valores de pick-up e curva deverão ser apresentados no item específico - Sobrecorrente Direcional de Fase – 67 e Sobrecorrente Direcional de Neutro – 67N. Assim, se não houver ajustes sem direcionalidade no elemento de proteção que está sendo apresentado, preencher este item somente com NÃO SE APLICA.

Descrever sucintamente o critério adotado para parametrização da função sempre indicando o objetivo da mesma.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Cada marca e modelo de relé pode dispor de parâmetros diferentes, porém deve-se indicar no mínimo:

- Corrente de disparo – pick-up;
- Curva (incluindo a norma da mesma quando aplicável);
- Tempo de atuação;
- Multiplicador de tempo (Dial);
- Outros modificadores de curva (adicionador, tempo mínimo de resposta, etc.)

Exemplo (supondo que se pretenda adotar para o RA de derivação um ajuste não-direcional):

O RL2 corresponde ao RA de derivação (pingo) e conforme definido pela Copel deve atuar apenas no sentido da Copel para a Usina e ser sensível pelo menos até a entrada do Acessante. Além disso deve coordenar com o primeiro elemento de proteção à montante, que no caso trata-se do RA de saída do circuito Alto Paraná na SE NVE (RL1), e com o primeiro à jusante, ou seja, o relé de entrada da usina – RL3.

No relé RL2 será adotada apenas a função de sobrecorrente temporizada (51). Não será adotada a função de sobrecorrente instantânea (50). Para o ajuste da função 51 foi adotado o critério:

$$I_{n_m\acute{a}x_gera\c{c}\tilde{a}o} \leq I_{cc_m\acute{a}x_fase_contribui\c{c}\tilde{a}o_usina_barra_B} < I_{pick-up_51} < I_{cc_2f_m\acute{i}n_barra_C} / 1,2$$

Ou seja, a corrente de disparo (pick-up) deve liberar toda a carga do Acessante e também toda a sua geração, já que nesse caso não está sendo adotada a direcionalidade para a função 51, e deve ser sensível para o menor valor de curto entre fases na sua zona de proteção considerando um fator de 1,2. Além disso a função não deve atuar para faltas à montante, no sentido Copel, portanto o pick-up deve ser maior que a contribuição da usina para falta na barra B.

A corrente nominal, para o despacho total da usina, de 1,1 MW é de 18,41 A.

Do estudo de curto-circuito, obtemos que a menor contribuição da Copel para uma falta fase-fase na barra de 34,5 kV da usina – Barra C é 2114 A.

Já a maior contribuição na fase proveniente da usina para faltas na barra B ocorre para o curto fase-terra e vale 188 A.

Assim, o ajuste da função 51 será:

- $I_{pick-up}$: 100 A
- Curva: IEC – Muito Inversa
- Dial de tempo: 0,4

Os ajustes devem ser preenchidos na tabela correspondente.

Tabela 28

Função 50/51 – RL2					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Função	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
51	100	IEC - MI	0,4	0	Exemplo: MRT =xxxx HCL = yyyy Low Set = zzzz
50	-	-	-	-	-

7.2.2. Sobrecorrente de Neutro – 50N/51N

Este subitem deve ser utilizado apenas para as funções de sobrecorrente de neutro em que não será habilitada a restrição de direcionalidade, sendo que se esta for usada, os ajustes, incluindo valores de pick-up e curva deverão ser apresentados no item específico - Sobrecorrente Direcional de Fase – 67 e Sobrecorrente Direcional de Neutro – 67N. Assim, se não houver ajustes sem direcionalidade no elemento de proteção que está sendo apresentado, preencher este item somente com NÃO SE APLICA.

Descrever sucintamente o critério adotado para parametrização da função sempre indicando o objetivo da mesma.

Cada marca e modelo de relé pode dispor de parâmetros diferentes, porém deve-se indicar no mínimo:

- Corrente de disparo – pick-up;
- Curva (incluindo a norma da mesma quando aplicável);
- Tempo de atuação;
- Multiplicador de tempo (Dial);
- Outros modificadores de curva (adicionador, tempo mínimo de resposta, etc.)

Exemplo (supondo que se pretenda adotar para o RA de derivação um ajuste não-direcional):

O RL2 corresponde ao RA de derivação (pingo) e conforme definido pela Copel deve atuar apenas no sentido da Copel para a Usina e ser sensível pelo menos até a entrada do Acessante. Além disso deve coordenar com o primeiro elemento de proteção à montante, que

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

no caso trata-se do RA de saída do circuito Alto Paraná na SE NVE (RL1), e com o primeiro à jusante, ou seja, o relé de entrada da usina – RL3.

No relé RL2 será adotada apenas a função de sobrecorrente temporizada de neutro (51N). Não será adotada a função de sobrecorrente instantânea de neutro (50N). Para o ajuste da função 51N foi adotado o critério:

$$0,1 * I_{n_máx_geração} \leq I_{cc_máx_neutro_contribuição_usina_barra_B} < I_{pick-up_51N} < I_{cc_1f_mín_barra_C} / 1,2$$

Ou seja, a corrente de disparo de neutro (pick-up) deve liberar o equivalente a um desequilíbrio de 10% da corrente nominal máxima de geração (ou da carga, o que for maior), já que nesse caso não está sendo adotada a direcionalidade para a função 51N, e deve ser sensível para o menor valor de curto fase-terra-mínimo na sua zona de proteção considerando um fator de 1,2. Além disso a função não deve atuar para faltas à montante, no sentido Copel.

Ainda, visando coordenação amperimétrica, será adotado um pick-up de neutro menor ou igual ao pick-up de neutro do RA Copel à montante e o valor deverá estar adequado a faixa de exatidão do TC e as recomendações de valores de ajustes mínimos do relé ou controle.

A corrente nominal para o despacho total da usina de 1,1 MW é de 18,41 A, logo 10% corresponde a 1,841 A.

Do estudo de curto-circuito, obtemos que a menor contribuição por neutro (3I0) da Copel para uma falta fase-terra-mínima na barra de 34,5 kV da usina – Barra C é 1050 A e ocorre para o cenário Sem Geração.

Já a maior contribuição por neutro proveniente da usina para faltas na barra B ocorre para o curto fase-terra no cenário de geração total e vale 303 A.

Pelas condições dadas acima, o pick-up de neutro deveria ser maior que 303 A para que não houvesse atuação no sentido da Usina para Copel, contudo observa-se que é um valor muito alto, além disso não satisfaz a condição de ser menor ou igual ao pick-up de neutro do RA Copel à montante (25 A). Esse é um caso típico em que deverá ser usado o ajuste direcional para a função 51N, porém por se tratar de um exemplo, mantêm-se neste item. Em um caso real, este item seria preenchido com NÃO SE APLICA e o ajuste da função 67N seria apresentado no item específico.

- Ipick-up: 25 A
- Curva: IEC – Muito Inversa
- Dial de tempo: 0,3
- Adicionador: 0,1

Os ajustes devem ser preenchidos na tabela correspondente.

Tabela 29

Função 50N/51N – RL2					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Função	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
51N	25	IEC - MI	0,3	0,1	Exemplo: SEF = 25 em 6,5s
50N	-	-	-	-	-

7.2.3. Sobrecorrente Direcional de Fase – 67

Este subitem deve ser utilizado apenas para as funções de sobrecorrente de fase em que será habilitada a restrição de direcionalidade, caso a função não seja habilitada preencher este item somente com NÃO SE APLICA.

Descrever sucintamente o critério adotado para parametrização da função sempre indicando o objetivo da mesma.

Descrever sucintamente a forma de funcionamento e polarização da proteção direcional definida pelo fabricante do relé ou controle.

Cada marca e modelo de relé pode dispor de parâmetros diferentes, porém deve-se indicar no mínimo:

- Corrente de disparo – pick-up;
- Curva (incluindo a norma da mesma quando aplicável);
- Tempo de atuação;
- Multiplicador de tempo (Dial);
- Outros modificadores de curva (adicionador, tempo mínimo de resposta, etc.)
- Parâmetros de definição de direcionalidade – ângulo característico, impedância, etc.
- Sentido de atuação configurado no relé ou controle (direto ou reverso) associado com o sentido de fluxo na rede, ou seja, indicar para cada um desses sentidos (direto ou reverso) se a atuação será no sentido da Copel para Usina ou da Usina para Copel.

Apresentar também as explicações, cálculos, diagrama fasorial, que comprovem que a haverá a atuação da função para o curto-circuito conforme ajuste de direção escolhidos.

Exemplo:

O RL2 corresponde ao RA de derivação (pingo) e conforme definido pela Copel deve atuar apenas no sentido da Copel para a Usina e ser sensível pelo menos até a entrada do

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Acessante. Além disso deve coordenar com o primeiro elemento de proteção à montante, que no caso trata-se do RA de saída do circuito Alto Paraná na SE NVE, e com o primeiro à jusante, ou seja, o relé de entrada da usina – RL3.

No relé RL2 será adotada apenas a função de sobrecorrente temporizada (67). Não será adotada a função de sobrecorrente instantânea. Para o ajuste do pick-up da função 67 foi adotado o critério:

$$I_{\text{carga}} < I_{\text{pick-up}_{51-67}} < I_{\text{cc}_{2f_{\text{mín}}_{\text{barra}_C}} / 1,2}$$

Ou seja, a corrente de disparo (pick-up) deve liberar toda a carga do Acessante e deve ser sensível para o menor valor de curto entre fases na sua zona de proteção, considerando um fator de 1,2.

Neste exemplo, tem-se uma instalação cuja atividade primordial é a geração de energia, e, portanto, a carga é basicamente formada por serviços auxiliares, que consideraremos não superior a 300 kVA. Logo, a corrente de carga será no máximo 5 A.

Do estudo de curto-circuito, obtemos que a menor contribuição da Copel para uma falta fase-fase na barra de 34,5 kV da usina – Barra C é 2114 A.

Assim, o ajuste da função 67 será:

- $I_{\text{pick-up}}$: 100 A
- Curva: IEC – Muito Inversa
- Dial de tempo: 0,4

Quanto aos ajustes direcionais, para este exemplo vamos supor que o religador fictício RL1 é um RA XYZW, controle XY-1000. Tal controle utiliza as grandezas de sequência positiva de corrente e de tensão de fase, e um ângulo característico ajustado no relé, para determinar a direção da falta.

Para este exemplo, será adotado o ângulo de -53° . O diagrama fasorial, também conforme manual do fabricante, é então plotado conforme figura a seguir:

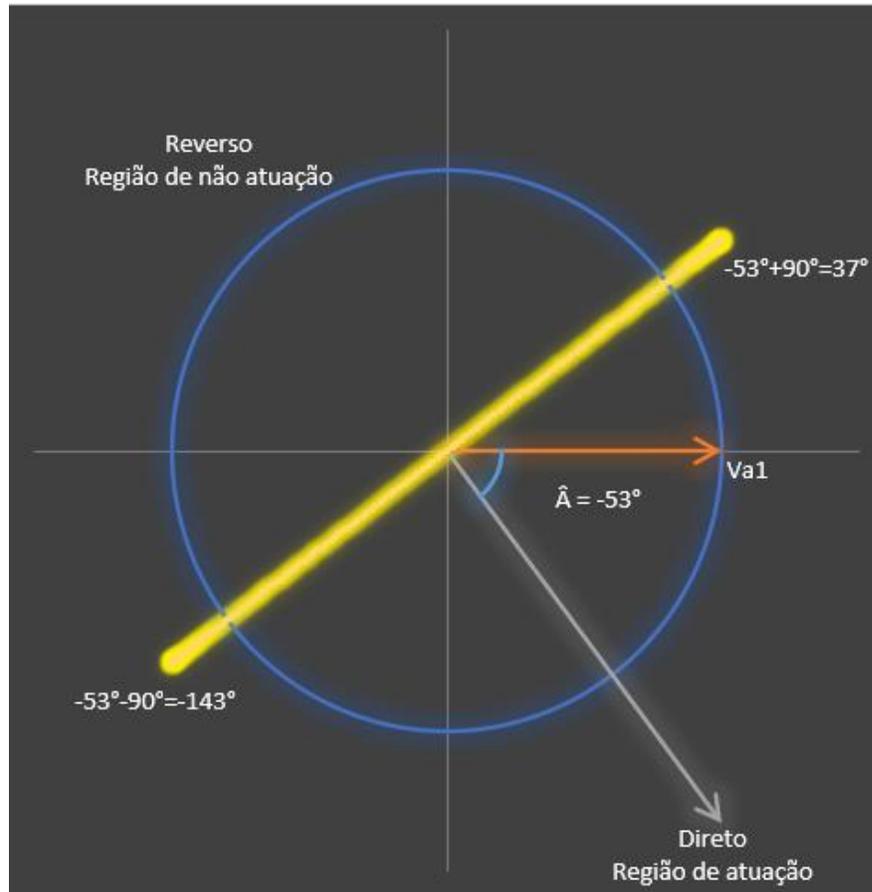


Figura 5: Diagrama fasorial - direcionalidade

Conforme manual do controle, é utilizada a tensão de sequência positiva na fase defeituosa como referência, sendo que o controle possui mecanismos de memória que permitem utilizar esta tensão para polarização.

A partir desta tensão de referência V_{a1} , traça-se o ângulo característico “ \hat{A} ”, neste caso -53° , e se estabelece uma reta perpendicular ao mesmo, sendo que os semi-planos originados por esta reta definem as regiões Direta e Reversa. Assim, considerando o sentido anti-horário de análise, a região Direta corresponde área que vai de $\hat{A}-90^\circ$ até $\hat{A}+90^\circ$, ou seja, de -143° a 37° , e região Reversa será de $\hat{A}+90^\circ$ até $\hat{A}+90^\circ+180^\circ$, ou seja, de 37° até -143° . O controle permite definir se a atuação será no sentido direto ou reverso. Para este caso será adotado o sentido Direto, que corresponderá a atuação da Copel para a Usina.

O controle irá declarar “Direto” para as correntes de sequência positiva que caíam no plano direto, ou seja de -143° até 37° . Os passantes de sequência positiva no RL2 são:

Passantes de sequência Positiva pelo RL2 (RA de derivação)**					
Local	Cenário	Falta FFF	Falta FF	Falta FT (fase)	Falta FT-mín

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Falta					
Barra C (PCH)	2G	2556 -80,3°	2114 -50,3°	2489 -79,8°	1132 -25,9°
	1G	2441 -80,3°	2114 -50,3°	2488 -79,8°	1142 -26,3°
	0G	2441 -80,3°	2114 -50,3°	2487 -79,8°	1157 -26,8°
Barra A (SE Copel)	2G	116,4 90,2°	60,9 120,2°	109,3 90,2°	37,9 154,5°
	1G	70,4 90,1°	35,2 90,1°	30,5 90,4°	10,6 154,7°
	0G*	-	-	-	-

*Não há contribuição de sequência positiva proveniente da usina.

**Esta tabela faz parte do exemplo, não é um modelo. O projetista deve definir a forma de efetuar essa demonstração conforme cada caso.

Desta forma, observa-se que os valores de curto-circuito se situam adequadamente na faixa de atuação do RL2 para faltas no sentido Copel – Usina, e na faixa de não-atuação no sentido inverso.

Os ajustes devem ser preenchidos na tabela modelo correspondente.

Tabela 30

Função 67 – RL2					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
	100	IEC - MI	0,4	0	
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade
	Direto	Copel para Usina		Sequência positiva-fase	$\hat{A} = -53^\circ$

7.2.4. Sobrecorrente Direcional de Neutro - 67N

Este subitem deve ser utilizado apenas para as funções de sobrecorrente de neutro em que será habilitada a restrição de direcionalidade, caso a função não seja habilitada preencher este item somente com NÃO SE APLICA.

Descrever sucintamente o critério adotado para parametrização da função sempre indicando o objetivo da mesma.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Descrever sucintamente a forma de funcionamento e polarização da proteção direcional definida pelo fabricante do relé ou controle.

Cada marca e modelo de relé pode dispor de parâmetros diferentes, porém deve-se indicar no mínimo:

- Corrente de disparo – pick-up;
- Curva (incluindo a norma da mesma quando aplicável);
- Tempo de atuação;
- Multiplicador de tempo (Dial);
- Outros modificadores de curva (adicionador, tempo mínimo de resposta, etc.)
- Parâmetros de definição de direcionalidade – ângulo característico, impedância, etc.
- Sentido de atuação configurado no relé ou controle (direto ou reverso) associado com o sentido de fluxo na rede, ou seja, indicar para cada um desses sentidos (direto ou reverso) se a atuação será no sentido da Copel para Usina ou da Usina para Copel.

Apresentar também as explicações, cálculos, diagrama fasorial, que comprovem que a haverá a atuação da função para o curto-circuito conforme ajuste de direção escolhidos.

Exemplo:

O RL2 corresponde ao RA de derivação (pingo) e conforme definido pela Copel deve atuar apenas no sentido da Copel para a Usina e ser sensível pelo menos até a entrada do Acessante. Além disso deve coordenar com o primeiro elemento de proteção à montante, que no caso trata-se do RA de saída do circuito Alto Paraná na SE NVE (RL1), e com o primeiro à jusante, ou seja, o relé de entrada da usina – RL3.

No relé RL2 será adotada apenas a função de sobrecorrente direcional temporizada de neutro (67N). Para o ajuste da função 67N foi adotado o critério:

$$0,1 * I_{n_m\acute{a}x_carga} \leq I_{pick-up_67N} < I_{cc_1f_m\acute{i}n_barra_C} / 1,2$$

Ou seja, a corrente de disparo de neutro (pick-up) deve liberar o equivalente a um desequilíbrio de 10% da corrente nominal máxima de carga e deve ser sensível para o menor valor de curto fase-terra-mínimo na sua zona de proteção considerando um fator de 1,2. Além disso a função não deve atuar para faltas à montante, no sentido Copel, o que deverá ser alcançado através do ajuste direcional.

Ainda, visando coordenação amperimétrica, será adotado um pick-up de neutro menor ou igual ao pick-up de neutro do RA Copel à montante e o valor deverá estar adequado a faixa de exatidão do TC e as recomendações de valores de ajustes mínimos do relé ou controle.

Do estudo de curto-circuito, obtemos que a menor contribuição por neutro (3I0) da Copel para uma falta fase-terra-mínima na barra de 34,5 kV da usina – Barra C é 1050 A e ocorre para o cenário Sem Geração. Desta forma serão adotados os seguintes ajustes:

- I_{pick-up}: 25 A
- Curva: IEC – Muito Inversa

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

- Dial de tempo: 0,3
- Adicionador: 0,1

Quanto aos ajustes direcionais, neste exemplo consideraremos os mesmos já apresentados para a função direcional de fase.

Tabela 31

Função 67N – RL2					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
	25	IEC - MI	0,3	0,1	SEF = 25 A em 6,5s
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade
	Direto	Copel para Usina		Sequência positiva-fase	$\hat{A} = -53^\circ$

7.2.5. Sobre e Subtensão – 59 e 27

Os ajustes de sobre e subtensão são tabelados pelas normas Copel, lembrando que há uma norma para o regime de compensação (NTC 905200) e outra para o de comercialização (NTC 905100) sendo que os valores podem ser diferentes. Os ajustes devem ser apresentados através do preenchimento da tabela modelo abaixo.

Poderão ser acrescentadas mais tabelas caso o Acessante utilize outros estágios dessas funções em seu sistema.

Exemplo:

Tabela 32

Funções 27 e 59 – RL2	
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)	

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Função	Vref- fase- fase (kV)	Pick-up (% de Vref)	Pick-up (fase- fase) (kVpri)	Pick-up (fase- neutro) (kVpri)	Temporização (s)
59	33	105 %	34,65	20	5
27	33	92 %	30,36	17,53	2

*O índice "pri" indica ajuste com referência ao primário de TPs ou TCs.

7.2.6. Sobre e Subfrequência - 81U/O

Os ajustes de sobre e subfrequência são tabelados pelas normas Copel, lembrando que há uma norma para o regime de compensação (NTC 905200) e outra para o de comercialização (NTC 905100) sendo que os valores podem ser diferentes. Os ajustes devem ser apresentados através do preenchimento da tabela modelo abaixo.

Poderão ser acrescentadas mais tabelas caso o Acessante utilize outros estágios dessas funções em seu sistema.

Tabela 33

Funções 81U/O – RL2				
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)				
Função	Primeiro estágio		Segundo estágio	
	Pick-up (Hz)	Temporização (s)	Pick-up (Hz)	Temporização (s)
81 U	58,5	10	56,5	10
81 O	62	30	66	0

7.2.7. Linha Viva/Barra Morta

Descrever como será o funcionamento do sistema Linha Viva/Barra Morta e apresentar seus ajustes.

A descrição deve sempre que possível ser feita com base em diagrama elementar, que poderá estar em anexo ou ser inserido como figura neste item e no qual constem as conexões de tensão nos lados Linha e Barra, a ligação dos TP, e as entradas no relé/controle. A nomenclatura dos equipamentos usados nestes diagramas deve ser adotada na descrição de funcionamento.

Deve também ser descrito o funcionamento da função no relé/controle, ou lógica empregada para a mesma, indicando quais parâmetros precisam ser ajustados. A informação de ajuste deve conter no mínimo os valores limiares de tensão utilizados para validação das condições Viva e Morta.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Exemplo:

No RL2, que corresponde ao RA de derivação, será habilitado o Sistema Linha Viva/Barra Morta, que é uma funcionalidade existente no controle, sem necessidade de adição de lógicas.

O lado “Linha” será o lado Copel e “Barra” o lado do Acessante. O sistema deve permitir o fechamento do RA apenas quando não houver tensão no lado do Acessante e houver tensão no lado da Concessionária.

Como o RL2 está instalado com o lado fonte voltado para a Copel e o lado carga para a usina e neste equipamento o lado fonte é chamado de Barra e o lado carga de Linha, a configuração a ser ajustada no mesmo para liberação de fechamento será Barra Viva/Linha Morta.

A figura abaixo mostra as ligações envolvidas.

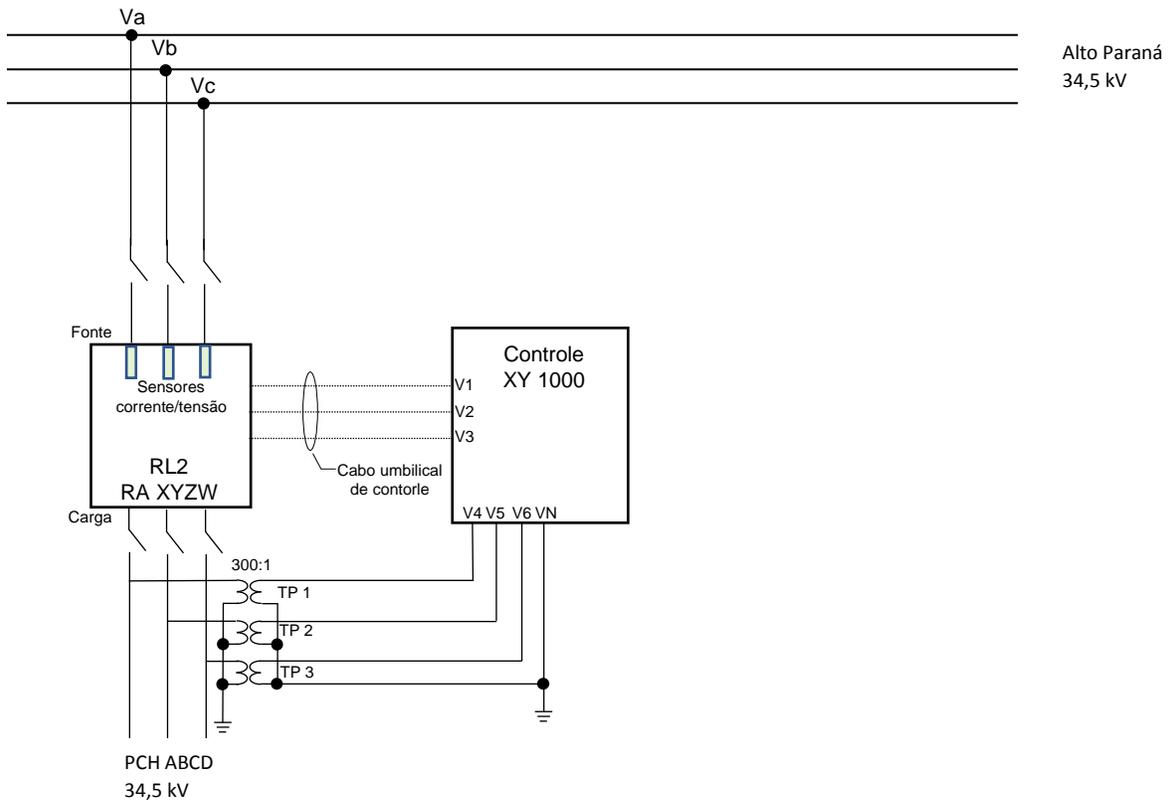


Figura 6: Esquema elementar Linha Viva/Barra Morta – RL2.

No lado Copel, o religador possui medição de tensão interna nas três fases, com relação de transformação 300 V/V, que chegam ao controle através do cabo umbilical nas entradas V1, V2, V3. No lado carga há os TP externos TP 1, TP 2 e TP 3 de RTP 300 V/V, com ligação

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

secundária em estrela-aterrada e que serão montados em estrutura adjacente. Estes TP monitoram as três fases do lado carga e seus secundários são conectados nas entradas V4, V5, V6 do controle.

Os ajustes de tensão estão indicados na tabela a seguir.

Preencher a tabela modelo com os ajustes.

Tabela 34

Linha Viva/Barra Morta – RL2					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Estado	Vref- fase-fase (kV)	Limiar (% de Vref)	Limiar (fase-fase) (kVpri)	Limiar (fase-neutro) (kVpri)	Outros parâmetros/observações
Vivo	33	80%	26,4	15,24	Corresponde ao lado Barra no controle.
Morto	33	5 %	1,65	0,95	Corresponde ao lado Linha no controle

*O índice “pri” indica ajuste com referência ao primário de TPs ou TCs.

7.3. Relé RL 3 (Relé do EI - Usina)

Descrever sucintamente o relé/controlador, funções habilitadas e características de ligação.

Na entrada da usina será utilizado um relé ABCD 1010A. Nele serão habilitadas as funções 67, 67N, 51V, 27, 59, 59N (ver inclusão de um relé auxiliar apenas para ilustrar uma forma de fazer), 81U/O, LV/BM, 46+37, 50BF, 78 e 81df/dt. Haverá dois grupos de ajustes, cujas características serão abordadas nos itens seguintes.

Serão utilizados um TP do lado Copel para a função LV/BM e três TP no lado da usina para as funções de tensão. Os TC são conforme apresentados no item 5.

7.3.1. Grupo 1

Descrever o objetivo ou cenário operativo do Grupo de ajustes.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Exemplo:

O Grupo 1 será habilitado quando a usina estiver com as duas unidades geradoras em operação.

7.3.1.1. Sobrecorrente de Fase – 50/51 – Grupo 1

Este subitem deve ser utilizado apenas para as funções de sobrecorrente em que não será habilitada a restrição de direcionalidade, sendo que se esta for usada, os ajustes, incluindo valores de pick-up e curva deverão ser apresentados no item específico - Sobrecorrente Direcional de Fase – 67 e Sobrecorrente Direcional de Neutro – 67N. Assim, se não houver ajustes sem direcionalidade no elemento de proteção que está sendo apresentado, preencher este item somente com NÃO SE APLICA.

Descrever sucintamente o critério adotado para parametrização da função sempre indicando o objetivo da mesma.

Cada marca e modelo de relé pode dispor de parâmetros diferentes, porém deve-se indicar no mínimo:

- Corrente de disparo – pick-up;
- Curva (incluindo a norma da mesma quando aplicável);
- Tempo de atuação;
- Multiplicador de tempo (Dial);
- Outros modificadores de curva (adicionador, tempo mínimo de resposta, etc.)

Exemplo (supondo que se pretenda adotar para o RA de derivação um ajuste não-direcional):

O RL3 corresponde ao Relé do Elemento de Interrupção – EI e tem como função desconectar a usina em caso de faltas a montante e a jusante do seu ponto de instalação, ou seja, deve atuar tanto para faltas na rede da Copel quanto para faltas internas. Assim, deve ser sensível para valores de faltas fase-fase na barra da SE Copel, bem como na entrada da usina. Além disso deve coordenar com o primeiro elemento de proteção à montante, que no caso trata-se do RA de derivação (RL2) para faltas no sentido Copel → Usina e com os RA de saída dos circuitos adjacentes conectados na barra da SE Copel no sentido Usina → Copel.

$$I_{n_m\acute{a}x_gera\c{c}\tilde{a}o} < I_{pick-up_51} < I_{cc_2f_barra_A}/1,2 \quad (\text{contribui\c{c}\tilde{a}o da Usina})$$

E:

$$I_{n_m\acute{a}x_carga} < I_{pick-up_51} < I_{cc_2f_barra_C}/1,2 \quad (\text{contribui\c{c}\tilde{a}o da Copel})$$

Ou seja, a corrente de disparo (pick-up) deve liberar toda a carga do Acessante e também toda a sua geração, já que nesse caso não está sendo adotada a direcionalidade para a função 51, e deve ser sensível para o menor valor de curto entre fases tanto na barra A (contribuição da usina), quanto na barra C (contribuição da Copel).

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

A corrente nominal, para o despacho total da usina, de 1,1 MW é de 18,41 A.

A carga, conforme exemplos anteriores, será de menos de 300 kVA, ou seja, menos de 5 A.

Do estudo de curto-circuito, obtemos que o passante no RL3, quando as duas unidades geradoras estão em operação, para uma falta fase-fase na barra de 34,5 kV da SE Alto Paraná – Barra A é 100 A. Já o passante pelo RL3 para faltas fase-fase na barra C é 2114 A.

Assim, aplicando o critério das equações acima, o ajuste da função 51 será:

- **Ipick-up 51: 100 A**
- **Curva: IEC – Muito Inversa**
- **Dial de tempo: 0,1**

Para a função de sobrecorrente instantânea – 50, serão adotados os critérios:

$$I_{n_m\acute{a}x_gera\c{c}\tilde{a}o} < I_{pick-up_50} < I_{cc_2f_barra_C}/1,2 \quad (\text{contribui\c{c}\tilde{a}o da Copel passante pelo RL3})$$

$$I_{cc_3f_BT} < I_{pick-up_50} \quad (\text{contribui\c{c}\tilde{a}o da Copel passante pelo RL3) e:}$$

$$I_{inrush} < I_{pick-up_50}$$

Conforme estudo de curto-circuito o passante pelo RL3 no cenário em que G1 e G2 estão operando, para falta trifásica na barra D (BT) é 303 A. Já a corrente de magnetização (inrush) será calculada como sendo 8 vezes a corrente nominal do transformador:

$$I_{inrush} = 8 \times I_{nom_TF1}$$

$$I_{inrush} = 160,65 \text{ A}$$

Logo:

$$I_{pick-up_50} = 500 \text{ A} - \text{instant\~{a}neo.}$$

Os ajustes devem ser preenchidos na tabela correspondente.

Tabela 35

Função 50/51 – RL3
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)
Grupo: 1

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Função	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
51	100	IEC - MI	0,1	0	Exemplo: MRT =xxxx HCL = yyyy Low Set = zzzz
50	500	-	-	-	-

7.3.1.2. Sobrecorrente de Neutro – 50N/51N – Grupo 1

Este subitem deve ser utilizado apenas para as funções de sobrecorrente de neutro em que não será habilitada a restrição de direcionalidade, sendo que se esta for usada, os ajustes, incluindo valores de pick-up e curva deverão ser apresentados no item específico - Sobrecorrente Direcional de Fase – 67 e Sobrecorrente Direcional de Neutro – 67N. Assim, se não houver ajustes sem direcionalidade no elemento de proteção que está sendo apresentado, preencher este item somente com NÃO SE APLICA.

Descrever sucintamente o critério adotado para parametrização da função sempre indicando o objetivo da mesma.

Cada marca e modelo de relé pode dispor de parâmetros diferentes, porém deve-se indicar no mínimo:

- Corrente de disparo – pick-up;
- Curva (incluindo a norma da mesma quando aplicável);
- Tempo de atuação;
- Multiplicador de tempo (Dial);
- Outros modificadores de curva (adicionador, tempo mínimo de resposta, etc.)

Exemplo:

O RL3 deve ser sensível para valores de faltas fase-terra-mínimo na barra da SE Copel, bem como na entrada da usina. Além disso deve coordenar com o primeiro elemento de proteção à montante, que no caso trata-se do RA de derivação (RL2) para faltas no sentido Copel → Usina e com os RA de saída dos circuitos adjacentes conectados na barra da SE Copel no sentido Usina → Copel.

O critério adotado para a função 51N é:

$$0,1 \cdot I_{n_m\acute{a}x_gera\c{c}\tilde{a}o} < I_{pick-up_51N} < I_{cc_1f_m\acute{i}n_barra_A}/1,2$$

$$0,1 \cdot I_{n_m\acute{a}x_carga} < I_{pick-up_51N} < I_{cc_1f_m\acute{i}n_barra_C}/1,2$$

Ou seja, a corrente de disparo de neutro (pick-up) deve liberar o equivalente a um desequilíbrio de 10% da corrente nominal máxima de geração (ou da carga, o que for maior),

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

já que nesse caso não está sendo adotada a direcionalidade para a função 51N, e deve ser sensível para o menor valor de curto fase-terra-mínimo na sua zona de proteção considerando um fator de 1,2 e atuação tanto no sentido direto quanto reverso.

Ainda, visando coordenação amperimétrica, será adotado um pick-up de neutro menor ou igual ao pick-up de neutro do RA Copel à montante e o valor deverá estar adequado a faixa de exatidão do TC e as recomendações de valores de ajustes mínimos do relé ou controle.

A corrente nominal para o despacho total da usina de 1,1 MW é de 18,41 A, logo 10% corresponde a 1,841 A.

Do estudo de curto-circuito, obtemos que a menor contribuição por neutro (3I0) da Copel para uma falta fase-terra-mínima na barra de 34,5 kV SE Alto Paraná – Barra A é 50 A quando as duas unidades geradoras estão em operação. Já o passante por neutro (3I0) da Copel para uma falta fase-terra-mínima na barra de 34,5 kV da usina – Barra C é 1061 A.

Considerando os critérios expostos levando em conta os ajustes propostos para o RL2, a função 51N do RL3 será ajustada em:

- Ipick-up_51N: 15 A
- Curva: IEC – Muito Inversa
- Dial de tempo: 0,1

A função de sobrecorrente de neutro instantânea 50N será parametrizada com atuação para o maior valor passante de neutro para falta fase-terra na barra de entrada da usina (barra C) por contribuição da Copel e em aproximadamente 20% do ajuste de fase. Assim, seu ajuste será:

-Ipick-up_50N = 80 A.

Os ajustes devem ser preenchidos na tabela correspondente.

Tabela 36

Função 50N/51N – RL3					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Grupo: 1					
Função	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
51N	15	IEC - MI	0,1	0	Exemplo: SEF = xxxx em yyyy s.
50N	80	-	-	-	-

7.3.1.3. Sobrecorrente Direcional de Fase – 67 – Grupo 1

Este subitem deve ser utilizado apenas para as funções de sobrecorrente de fase em que será habilitada a restrição de direcionalidade, caso a função não seja habilitada preencher este item somente com NÃO SE APLICA.

Descrever sucintamente o critério adotado para parametrização da função sempre indicando o objetivo da mesma.

Descrever sucintamente a forma de funcionamento e polarização da proteção direcional definida pelo fabricante do relé ou controle.

Cada marca e modelo de relé pode dispor de parâmetros diferentes, porém deve-se indicar no mínimo:

- Corrente de disparo – pick-up;
- Curva (incluindo a norma da mesma quando aplicável);
- Tempo de atuação;
- Multiplicador de tempo (Dial);
- Outros modificadores de curva (adicionador, tempo mínimo de resposta, etc.)
- Parâmetros de definição de direcionalidade – ângulo característico, impedância, etc.
- Sentido de atuação configurado no relé ou controle (direto ou reverso) associado com o sentido de fluxo na rede, ou seja, indicar para cada um desses sentidos (direto ou reverso) se a atuação será no sentido da Copel para Usina ou da Usina para Copel.

Apresentar também as explicações, cálculos, diagrama fasorial, que comprovem que a haverá a atuação da função para o curto-circuito conforme ajuste de direção escolhidos.

Em sendo necessária e disponível no relé a parametrização de mais de um elemento direcional para a mesma função, por exemplo, um elemento para o sentido direto e outro para o reverso, os ajustes de cada um desses elementos deverão estar claramente identificados.

Exemplo:

O RL3 corresponde ao Relé do Elemento de Interrupção – EI e tem como função desconectar a usina em caso de faltas a montante e a jusante do seu ponto de instalação, ou seja, deve atuar tanto para faltas na rede da Copel quanto para faltas internas. Assim, deve ser sensível para valores de faltas fase-fase na barra da SE Copel, bem como na entrada da usina. Além disso deve coordenar com o primeiro elemento de proteção à montante, que no caso trata-se do RA de derivação (RL2) para faltas no sentido Copel → Usina e com os RA de saída dos circuitos adjacentes conectados na barra da SE Copel no sentido Usina → Copel.

Assim, serão utilizados dois elementos direcionais de sobrecorrente temporizada de fase para atendimento a estes critérios. O elemento 67PH1 será configurado para atuar no sentido Copel → Usina (direto) e o elemento 67PH2 será usado para atuar no sentido Usina → Copel (reverso).

Desta forma teremos:

$$I_{n_m\acute{a}x_carga} < I_{pick-up_67PH1} < I_{cc_2f_barra_C}/1,2 \text{ (contribuição da Copel)}$$

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

E:

$$I_{n_m\acute{a}x_gera\c{c}\tilde{a}o} < I_{pick-up_67PH2} < I_{cc_2f_barra_A} / 1,2 \text{ (contribui\c{c}\tilde{a}o da Usina)}$$

A corrente nominal, para o despacho total da usina, de 1,1 MW, é de 18,41 A.

A carga, conforme exemplos anteriores, será de menos de 300 kVA, ou seja, menos de 5 A.

Do estudo de curto-circuito, obtemos que o passante no RL3, quando as duas unidades geradoras estão em operação, para uma falta fase-fase na barra de 34,5 kV da SE Alto Paraná – Barra A é 100 A. Já o passante pelo RL3 para faltas fase-fase na barra C é 2114 A.

Assim, aplicando os critérios expostos, os ajustes serão definidos como:

Elemento 67PH1:

- **$I_{pick-up\ 67PH1}$: 100 A**
- **Curva: IEC – Muito Inversa**
- **Dial de tempo: 0,1**

Elemento 67PH2:

- **$I_{pick-up\ 67PH2}$: 50 A**
- **Curva: IEC – Muito Inversa**
- **Dial de tempo: 0,1**

Não será habilitada a função de sobrecorrente instantânea no sentido Usina → Copel.

Já no sentido Copel → Usina será habilitado o elemento direcional 67PH3 conforme os critérios a seguir:

$$I_{pick-up_67PH3} < I_{cc_2f_barra_C} / 1,2 \text{ (contribui\c{c}\tilde{a}o da Copel passante pelo RL3)}$$

$$I_{cc_3f_BT} < I_{pick-up_67PH3} \text{ (contribui\c{c}\tilde{a}o da Copel passante pelo RL3) e:}$$

$$I_{inrush} < I_{pick-up_67PH3}$$

Conforme estudo de curto-circuito o passante pelo RL3 no cenário em que G1 e G2 estão operando, para falta trifásica na barra D (BT) é 303 A. Já a corrente de magnetização (inrush) será calculada como sendo 8 vezes a corrente nominal do transformador:

$$I_{inrush} = 8 \times I_{nom_TF1}$$

$$I_{inrush} = 160,65 \text{ A}$$

Logo:

$$I_{pick-up_67PH3} = 500 \text{ A – instant\~{a}neo.}$$

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Quanto aos ajustes direcionais, para este exemplo vamos supor que o relé RL3 é um relé ABCD, modelo 1010A. Para determinação de direcionalidade de fase este relé adota como grandeza de polarização o fasor de tensão de linha das outras duas fases. Por exemplo, para o fasor de corrente da fase “a”, a grandeza de polarização é a tensão V_{bc} . Além disso deve ser configurado um ângulo característico que determina os planos de atuação direta e reversa.

Para este exemplo, será adotado o ângulo de 45° . O diagrama fasorial, também conforme manual do fabricante, é então plotado conforme figura a seguir em que se considerou uma falta na fase “a”, portanto com grandeza de polarização (referência) V_{bc} .

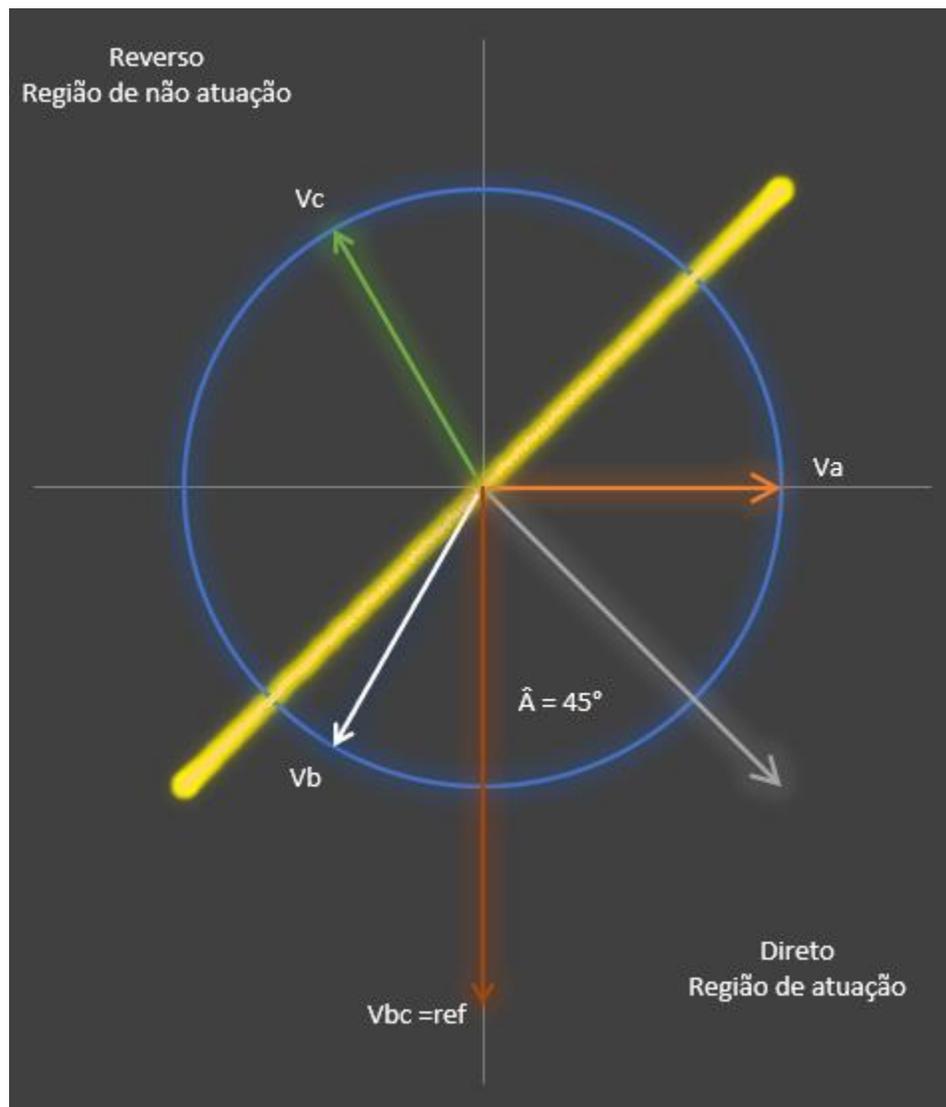


Figura 7: Diagrama fasorial – direcionalidade.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

A partir do fasor de tensão de referência V_{bc} , traça-se o ângulo característico “ \hat{A} ”, neste caso 45° , e se estabelece uma reta perpendicular ao mesmo, sendo que os semi-planos originados por esta reta definem as regiões Direta e Reversa. Assim, considerando o sentido anti-horário de análise, a região Direta corresponde área que vai de -135° a 45° , e região Reversa será de 45° até 225° . O relé permite definir se a atuação será no sentido direto ou reverso. Neste caso os elementos 67PH1 e 67PH3 serão definidos com sentido direto e o elemento 67PH2 com sentido reverso.

Os passantes de sequência positiva no RL3 são:

Passantes de sequência Positiva pelo RL3 (Relé da usina)**					
Local Falta	Cenário	Falta FFF	Falta FF	Falta FT (fase)	Falta FT-mín
Barra C (PCH)	2G	2556 $-80,3^\circ$	2114 $-50,3^\circ$	2489 $-79,8^\circ$	1132 $-25,9^\circ$
	1G	2441 $-80,3^\circ$	2114 $-50,3^\circ$	2488 $-79,8^\circ$	1142 $-26,3^\circ$
	0G	2441 $-80,3^\circ$	2114 $-50,3^\circ$	2487 $-79,8^\circ$	1157 $-26,8^\circ$
Barra A (SE Copel)	2G	116,4 $90,2^\circ$	60,9 $120,2^\circ$	109,3 $90,2^\circ$	37,9 $154,5^\circ$
	1G	70,4 $90,1^\circ$	35,2 $90,1^\circ$	30,5 $90,4^\circ$	10,6 $154,7^\circ$
	0G*	-	-	-	-

*Não há contribuição de sequência positiva proveniente da usina.

**Esta tabela faz parte do exemplo, não é um modelo. O projetista deve definir a forma de efetuar essa demonstração conforme cada caso.

Desta forma, observa-se que os valores de curto-circuito se situam adequadamente na faixa de atuação do RL3 em relação ao sentido de atuação direto e reverso.

Os ajustes devem ser preenchidos na tabela modelo correspondente. Adicionar quantas tabelas forem necessárias conforme elementos direcionais a serem parametrizados.

Tabela 37

Função 67PH1 – RL3					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Grupo: 1					
Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
	100	IEC - MI	0,1	0	
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica	Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade	

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	Direto	Copel para Usina	Tensão de linha entre as demais fases	$\hat{A} = 45^\circ$
--	--------	------------------	---------------------------------------	----------------------

Função 67PH2 – RL3

(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)

Grupo: 1

Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
	50	IEC - MI	0,1	0	
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade
	Reverso	Usina para Copel		Tensão de linha entre as demais fases	$\hat{A} = 45^\circ$

Função 67PH3 – RL3

(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)

Grupo: 1

Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
	500	Inst.	-	0	
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade
	Direto	Copel para Usina		Tensão de linha entre as demais fases	$\hat{A} = 45^\circ$

7.3.1.4. Sobrecorrente Direcional de Neutro - 67N

Este subitem deve ser utilizado apenas para as funções de sobrecorrente de neutro em que será habilitada a restrição de direcionalidade, caso a função não seja habilitada preencher este item somente com **NÃO SE APLICA**.

Descrever sucintamente o critério adotado para parametrização da função sempre indicando o objetivo da mesma.

Descrever sucintamente a forma de funcionamento e polarização da proteção direcional definida pelo fabricante do relé ou controle.

Cada marca e modelo de relé pode dispor de parâmetros diferentes, porém deve-se indicar no mínimo:

- Corrente de disparo – pick-up;
- Curva (incluindo a norma da mesma quando aplicável);
- Tempo de atuação;
- Multiplicador de tempo (Dial);
- Outros modificadores de curva (adicionador, tempo mínimo de resposta, etc.)
- Parâmetros de definição de direcionalidade – ângulo característico, impedância, etc.
- Sentido de atuação configurado no relé ou controle (direto ou reverso) associado com o sentido de fluxo na rede, ou seja, indicar para cada um desses sentidos (direto ou reverso) se a atuação será no sentido da Copel para Usina ou da Usina para Copel.

Apresentar também as explicações, cálculos, diagrama fasorial, que comprovem que a haverá a atuação da função para o curto-circuito conforme ajuste de direção escolhidos.

O RL3 corresponde ao Relé do Elemento de Interrupção – EI e tem como função desconectar a usina em caso de faltas a montante e a jusante do seu ponto de instalação, ou seja, deve atuar tanto para faltas na rede da Copel quanto para faltas internas. Assim, deve ser sensível para valores de faltas fase-fase na barra da SE Copel, bem como na entrada da usina. Além disso deve coordenar com o primeiro elemento de proteção à montante, que no caso trata-se do RA de derivação (RL2) para faltas no sentido Copel → Usina e com os RA de saída dos circuitos adjacentes conectados na barra da SE Copel no sentido Usina → Copel.

Assim, serão utilizados dois elementos direcionais de sobrecorrente temporizada de neutro para atendimento a estes critérios. O elemento 67N1 será configurado para atuar no sentido Copel → Usina (direto) e o elemento 67N2 será usado para atuar no sentido Usina → Copel (reverso).

Desta forma teremos:

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

$$0,1 \cdot I_{n_m\acute{a}x_carga} \leq I_{pick-up_67N1} < I_{cc_1f_m\acute{i}n_barra_C} / 1,2$$

$$0,1 \cdot I_{n_m\acute{a}x_gera\c{c}\tilde{a}o} \leq I_{pick-up_67N2} < I_{cc_1f_m\acute{i}n_barra_A} / 1,2$$

Ou seja, a corrente de disparo de neutro (pick-up) deve liberar o equivalente a um desequilíbrio de 10% da corrente nominal máxima de carga e geração e deve ser sensível para o menor valor de curto fase-terra-mínimo na sua zona de proteção considerando um fator de 1,2.

Ainda, visando coordenação amperimétrica, será adotado um pick-up de neutro menor ou igual ao pick-up de neutro do RA Copel à montante e o valor deverá estar adequado a faixa de exatidão do TC e as recomendações de valores de ajustes mínimos do relé.

Do estudo de curto-circuito, obtemos que a menor contribuição por neutro (3I0) da Copel para uma falta fase-terra-mínima na barra de 34,5 kV da usina – Barra C é 1050 A e ocorre para o cenário Sem Geração. A corrente nominal, para o despacho total da usina, de 1,1 MW, é de 18,41 A. A carga, conforme exemplos anteriores, será de menos de 300 kVA, ou seja, menos de 5 A.

Desta forma serão adotados os seguintes ajustes:

Elemento 67N1:

- Ipick-up 67N1: 15 A
- Curva: IEC – Muito Inversa
- Dial de tempo: 0,1

Elemento 67N2:

- Ipick-up 67N1: 25 A
- Curva: IEC – Muito Inversa
- Dial de tempo: 0,2

Quanto aos ajustes direcionais, neste exemplo consideraremos os mesmos já apresentados para a função direcional de fase.

Tabela 38

Função 67N1 – RL3					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Grupo: 1					
Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
		15	IEC - MI	0,1	0
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

				direcionalidade
	Direto	Copel para Usina	Tensão de linha entre as demais fases	$\hat{A} = 45^\circ$

Tabela 39

Função 67N2 – RL3					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Grupo: 1					
Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
	25	IEC - MI	0,2	0	
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade
	Reverso	Usina para Copel		Tensão de linha entre as demais fases	$\hat{A} = 45^\circ$

7.3.1.5. Sobrecorrente com restrição de tensão - 51V

Apresentar os ajustes adotados para a função 51V com descrição do funcionamento da mesma conforme o relé utilizado. Devem estar definidas a relação entre o valor do pick-up de sobrecorrente e a tensão, incluindo gráfico desta relação. Se houver atuação direcional, descrever as grandezas de polarização e apresentar o diagrama fasorial de atuação.

Deve ser apresentada simulação de faltas no ponto mais distante da zona de proteção do relé da usina (normalmente a SE Copel) indicando a tensão vista pelo relé e o consequente novo pick-up da função 51V.

Exemplo:

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Será adotada a função 51V atuando com direcionalidade no sentido Usina → Copel para melhorar a sensibilidade para faltas distantes do ponto de instalação do relé da usina. A função 51V do relé ABCD 1010A identifica o valor da tensão e com base no parâmetros $V_{51Vrestmax}$ acelera o trip da função 51 através da redução do pick-up definido no parâmetro $I_{pickup-51}$. A curva de atuação em função da tensão da função 51V é dada na figura abaixo. Ela é composta por 3 segmentos. O segmento inferior (A) corresponde a valores de tensão na faixa de 0 até 25% de $V_{51Vrestmax}$, em que o pick-up de sobrecorrente será constante e igual a $0,25 \times I_{pickup-51}$ (25%). O segmento superior (C) corresponde a valores de tensão iguais ou superiores a $V_{51Vrestmax}$ e neste caso o pick-up será constante e igual ao valor de $I_{pickup-51}$ (100%). O segmento intermediário (B) corresponde aos valores de tensão compreendidos entre 25% e 100% de $V_{51Vrestmax}$, neste segmento o valor do pick-up de sobrecorrente irá variar de acordo com a equação da reta, ou seja, será dado por:

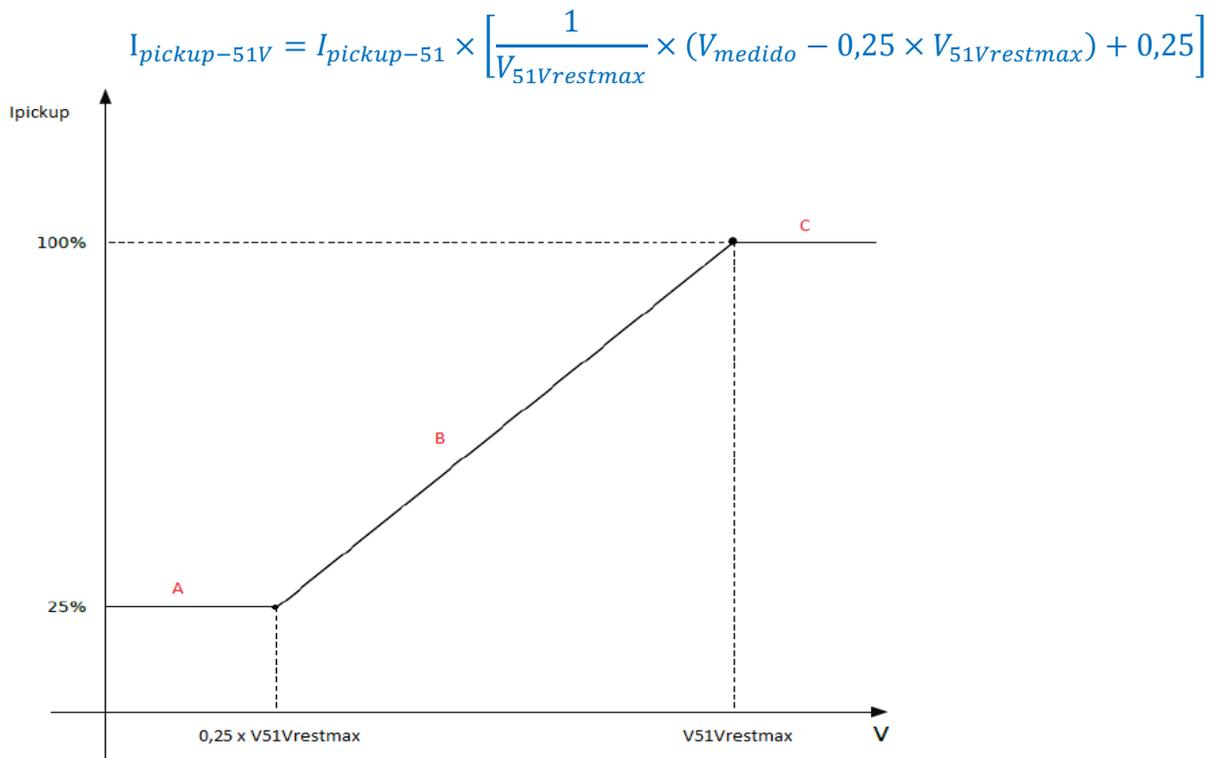


Figura 8: Curva pick-up x tensão – 51V

Os ajustes serão:

$$V_{51Vrestmax} = 1,05 \times V_{nom_fn} = 1,05 \times 19,918kV$$

$$V_{51Vrestmax} = 20,914 \text{ kV}$$

$$I_{pickup-51} = 50 \text{ A}$$

Curva: IEC – MI

$$\text{Dial} = 0,1$$

Deverá ser preenchida a tabela resumo do ajuste.

Tabela 40

Função 51V – RL3 (sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Grupo: 1					
Pick-up e Curva (sobrecorrente)	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
		50	IEC – MI	0,1	0
Ajustes de Tensão	Tensão de restrição Máxima	Tensão de restrição mínima	Pick-up mínimo	Outros Parâmetros	
	19,918 kV	4,97 kV ou 25% da tensão de restrição máxima	12,5 A ou 25% do pick-up nominal	Apresentar outros parâmetros em acordo com características específicas do relé utilizado.	
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade
	Reverso	Usina para Copel		Tensão de linha entre as demais fases	$\hat{A} = 45^\circ$

Para verificar o comportamento da função 51V será verificado qual será o pick-up da mesma para faltas na barra da SE Nova Esperança. Para este exemplo será considerado apenas o cenário de geração total. A tabela a seguir resume a condição.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Local	Tipo de Falta	Tensão vista pelo RL3	Pick-up 51V
Barra A	FFF	170,7 V (fn)	12,5 A
Barra A	FF	10039 V (fn)	24 A
Barra A	FT	418,29 V (fn)	12,5 A
Barra A	FT_mín	18125 V (fn)	43,33 A

A tabela acima é parte do exemplo, não sendo um modelo obrigatório, o projetista poderá adotar outras formas para demonstrar a atuação da função 51V para faltas no ponto mais distante da zona de proteção do relé.

7.3.1.6. Sobre e Subtensão – 59 e 27

Os ajustes de sobre e subtensão são tabelados pelas normas Copel, lembrando que há uma norma para o regime de compensação (NTC 905200) e outra para o de comercialização (NTC 905100) sendo que os valores podem ser diferentes. Os ajustes devem ser apresentados através do preenchimento da tabela modelo abaixo.

Poderão ser acrescentadas mais tabelas caso o Acessante utilize outros estágios dessas funções em seu sistema.

Exemplo:

Tabela 41

Funções 27 e 59 – RL3					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Grupo: 1					
Função	Vref- fase- fase (kV)	Pick-up (% de Vref)	Pick-up (fase- fase) (kVpri)	Pick-up (fase- neutro) (kVpri)	Temporização (s)
59	33	105 %	34,65	20	5
27	33	92 %	30,36	17,53	2

*O índice "pri" indica ajuste com referência ao primário de TPs ou TCs.

7.3.1.7. Sobretensão de Neutro - 59N

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Apresentar objetivo, descrição e ajustes da função 59N e preencher a tabela modelo correspondente. Caso não seja adotada preencher este item com “Não se aplica”.

Exemplo:

Será adotada a função 59N com objetivo de proteger o lado de baixa tensão do TF1 entre a bucha do transformador e os disjuntores dos geradores para faltas de alta impedância (FT_mín) e também para faltas à terra quando os geradores estiverem desconectados.

Para tanto serão utilizados 3 TP com conexão estrela-aterrado/delta aberto e um relé auxiliar de neutro (RL5) conectado ao secundário dos mesmos. Para faltas desequilibradas cujo valor de 3V0 no secundário em delta aberto dos TP ultrapasse o parâmetro definido no relé auxiliar, haverá envio de sinal do mesmo para a entrada digital IN001 do RL3 provocando abertura do EI. A figura a seguir apresenta o diagrama simplificado da conexão.

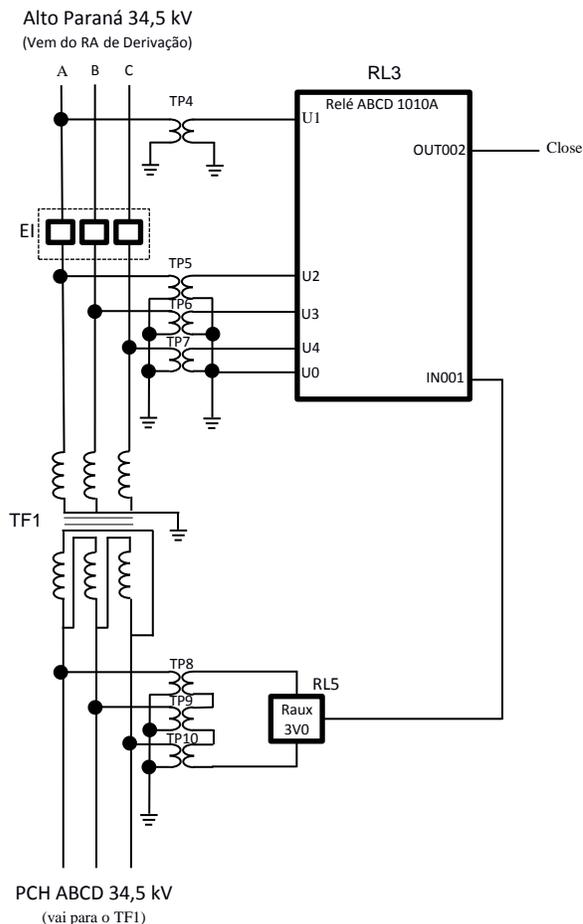


Figura 9: Esquema elementar simplificado 59N

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Para curtos-circuitos envolvendo a terra no secundário do transformador TF1 o relé RL5 irá estar sujeito aos seguintes valores de 3V0:

Cenário	Tipo da falta	3V0
0G	FT	3pu = 12,48 kV
	FT_mín	3pu = 12,48 kV
1G	FT	0,66pu = 2,75kV
	FT_mín	0,03pu = 124V
2G	FT	0,44pu = 1,83 kV
	FT_mín	0,015pu = 62,4 V

Será adotado o seguinte ajuste para o RL5

Pickup_{3V0} = 55 V.

Temporização: 1s

Tabela 42

Função 59N – RL5/RL3		
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)		
Grupo: 1		
Pick-up (V)	Temporização (s)	Outros parâmetros
58,5	1	A detecção de 3V0 é feita pelo relé auxiliar RL5, o trip do mesmo é enviado para a entrada IN001 do RL3 que comanda abertura do EI.

7.3.1.8. Sobre e Subfrequência - 81U/O

Os ajustes de sobre e subfrequência são tabelados pelas normas Copel, lembrando que há uma norma para o regime de compensação (NTC 905200) e outra para o de comercialização (NTC 905100) sendo que os valores podem ser diferentes. Os ajustes devem ser apresentados através do preenchimento da tabela modelo abaixo.

Poderão ser acrescentadas mais tabelas caso o Acessante utilize outros estágios dessas funções em seu sistema.

Tabela 43

Funções 81U/O – RL3				
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)				
Grupo: 1				
Função	Primeiro estágio		Segundo estágio	
	Pick-up (Hz)	Temporização (s)	Pick-up (Hz)	Temporização (s)
81 U	58,5	10	56,5	0
81 O	62	30	66	0

7.3.1.9. Direcional de Potência – 32

O ajuste da função 32 é definido pelas normas Copel. Os ajustes devem ser apresentados através do preenchimento da tabela modelo abaixo.

Poderão ser acrescentadas mais tabelas caso o Acessante utilize outros estágios dessas funções em seu sistema (por exemplo no sentido reverso para evitar motorização).

Exemplo:

A função 32 será ajustada conforme NTC 905200 e deve atuar no sentido do Acessante para a Copel. O ajuste é calculado da seguinte maneira:

$$Pkp_{32pri} = 1,05 * Pnom$$

$$Pkp_{32pri} = 1,05 * 1100000$$

$$Pkp_{32pri} = 1155 \text{ kW}$$

O ajuste secundário será:

$$Pkp_{32sec} = \frac{Pkp_{32pri}}{RTC \times RTP}$$

$$Pkp_{32sec} = \frac{1155000}{40 \times 300}$$

$$Pkp_{32sec} = 96,25 \text{ W}$$

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO
Tabela 44

Função 32 – RL3				
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)				
Grupo: 1				
Função	Pick-up (% de Pnom)	Pick-up primário (Wpri)	Pick-up secundário (W)sec	Temporização (s)
32	105	1.155.000	96,5	2

*O índice “pri” indica ajuste com referência ao primário de TPs ou TCs.

7.3.1.10. Desbalanço de Corrente – Sequência Negativa - 46 e 37

Deve ser apresentado neste item o ajuste das funções 46 e 37 e preenchida a tabela modelo correspondente. Deve também ser indicado como será feita a lógica “E” entre as funções 46 e 37, já que conforme as normas Copel as duas devem atuar em conjunto.

Caso a função não seja exigida para a modalidade ou potência de geração, preencher somente com “Não se aplica”.

Exemplo:

Para ajuste da função 46 será considerado um desbalanço de 50% (0,5pu) para o qual pode-se demonstrar, através da decomposição em componentes simétricas, que o valor da corrente de sequência negativa será de 0,167pu.

Desta forma, considerando a corrente nominal de geração para o cenário de geração total tem-se:

$$46_{pickup} = 0,167 * 1200 \text{ kVA} / (34,5 \text{ kV} * 1,732)$$

$$46_{pickup} = 3,35 \text{ A}$$

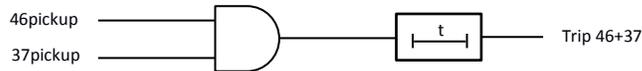
Para a função de subcorrente (37) será considerado 60% do nominal.

$$37_{pickup} = 0,6 * 1200 \text{ kVA} / (34,5 \text{ kV} * 1,732)$$

$$37_{pickup} = 12,04 \text{ A.}$$

Com a atuação simultânea dessas funções é iniciada uma temporização de 3s após a qual haverá comando de abertura do EI (trip).

O relé permite elaboração de lógicas internas através dos parâmetros das funções. Assim, será adotada a lógica da figura abaixo.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Figura 10: Lógica de atuação das funções 46 e 37.
Tabela 45

Função 46+37 – RL3		
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)		
Grupo: 1		
46 - Pick-up	37 - Pick-up	Temporização (s)
3,35 A	12,04 A	3

7.3.1.11. Anti-ilhamento – Salto de Vetor - 78 e Derivada de frequência – 81df/dt

Deve ser apresentado neste item o ajuste das funções 78 e 81df/dt. Caso não seja exigido, preencher com NÃO SE APLICA.

Conforme NTC 905200 e NTC 905100 deve ser apresentado estudo de estabilidade com as simulações necessárias para definição dos ajustes das funções de anti-ilhamento. Este estudo deve ser apresentado como anexo, que deve estar referenciado neste item, e não faz parte do escopo deste manual. Preencher tabela modelo.

Exemplo:

Os ajustes das funções 78 e 81df/dt, conforme definido no estudo constante do anexo “xxxx”, são dados na tabela a seguir.

Tabela 46

Funções 78 e 81df/dt– RL3		
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)		
Grupo: 1		
Função	Pick-up	Tensão de bloqueio
78	8°	70 Vsec
81df/dt	1 Hz/s	60 Vsec

7.3.1.12. Linha Viva/Barra Morta

Descrever como será o funcionamento do sistema Linha Viva/Barra Morta e apresentar seus ajustes.

A descrição deve sempre que possível ser feita com base em diagrama elementar, que poderá estar em anexo ou ser inserido como figura neste item e no qual constem as conexões de tensão nos lados Linha e Barra, a ligação dos TP, e as entradas no relé/controle. A nomenclatura dos equipamentos usados nestes diagramas deve ser adotada na descrição de funcionamento.

Deve também ser descrito o funcionamento da função no relé/controle, ou lógica empregada para a mesma, indicando quais parâmetros precisam ser ajustados. A informação de ajuste deve conter no mínimo os valores limiares de tensão utilizados para validação das condições Viva e Morta.

Exemplo:

No RL3, que corresponde ao relé do EI na usina, o sistema Linha Viva/Barra Morta, será habilitado através de lógicas com elementos de subtensão.

Conforme NTC 905200, entende-se “Linha” como o lado Copel e “Barra” como o lado do Acessante. O sistema deve permitir o fechamento do EI apenas quando não houver tensão no lado do Acessante e houver tensão no lado da Concessionária.

Conforme esquema elementar e diagrama lógico a seguir a liberação de fechamento do EI só ocorre quando não houver tensão no lado da usina, ou seja, as funções de subtensão – 27 das fases A, B e C que são monitoradas pelos TP 5, 6 e 7, estiverem atuadas e quando houver tensão no lado da Copel, ou seja, a função 27 referente a tensão da fase A do lado Copel, monitorada pelo TP4 não estiver atuada. Apenas com essas condições satisfeitas (lógica AND) o comando de fechamento é liberado na saída OUT002.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

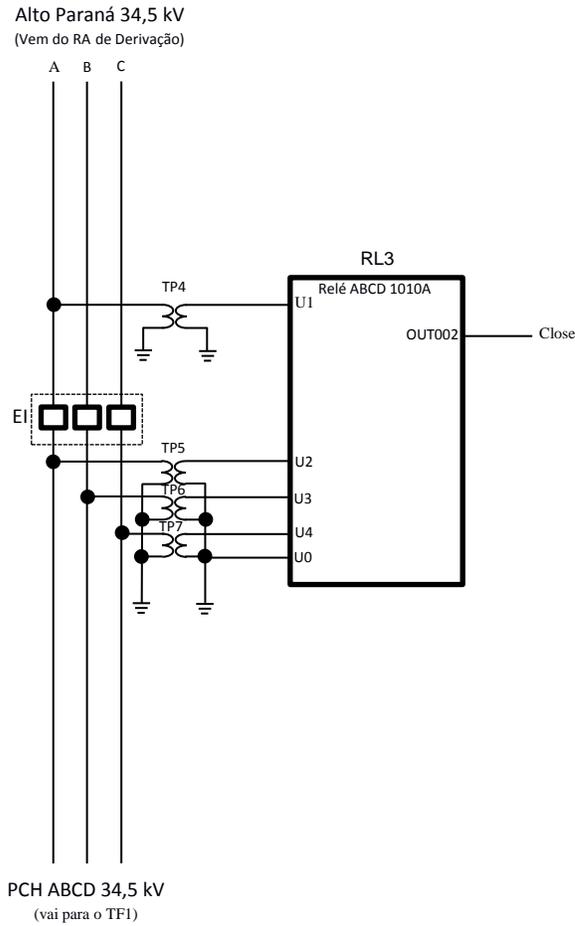


Figura 11: Esquema elementar simplificado Linha Viva/Barra Morta – RL3.

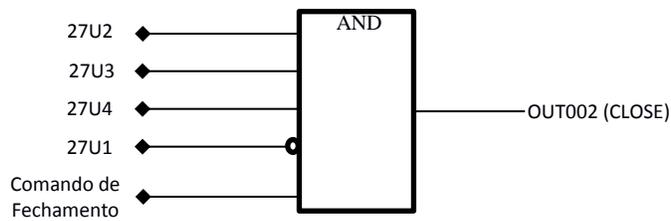


Figura 12: Lógica para Linha Viva/Barra Morta – RL3.

Preencher a tabela com os limiares de tensão que serão usados para consideração das tensões viva ou morta.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Exemplo: As funções de subtensão indicadas nos diagramas acima serão ajustadas conforme tabela abaixo.

Tabela 47

Linha Viva/Barra Morta – RL3					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Estado	Vref- fase- fase (kV)	Limiar (% de Vref)	Limiar (fase- fase) (kVpri)	Limiar (fase- neutro) (kVpri)	Outros parâmetros/observações
Vivo	33	80%	26,4	15,24	Refere-se ao ajuste da função 27U1
Morto	33	5 %	1,65	0,95	Refere-se ao ajuste da função 27U2, 27U3 e 27U4.

7.3.1.13. Falha de Disjuntor – 50BF

Descrever como será o funcionamento da função falha de disjuntor e apresentar seus ajustes.

A descrição deve sempre que possível ser feita com base em diagrama elementar, que poderá estar em anexo ou ser inserido como figura neste item e no qual constem as conexões e interfaces entre os relés e os disjuntores envolvidos. A nomenclatura dos equipamentos usados nestes diagramas deve ser adotada na descrição de funcionamento.

Deve também ser descrito o funcionamento da função no relé/controlador, ou lógica empregada para a mesma, indicando quais parâmetros precisam ser ajustados. A informação de ajuste deve conter no mínimo o tempo para atuação da função após falha de abertura.

A função 50BF deve monitorar tanto a permanência de corrente após comando de abertura, quanto o contato auxiliar do disjuntor comandado.

Exemplo:

Conforme preconiza a NTC 905200 será habilitada no relé RL3 a função 50BF. Esta função monitora o contato auxiliar 52a do EI e também a presença de corrente passante pelos TC1, TC2, e TC3 (fases A, B e C).

Após o comando de abertura do EI ocorrerá o trigger da função 50BF do RL3. O relé monitora o estado do EI através do seu contato 52a na entrada IN101 e também monitora as correntes nas fases, comparando com o valor gravado na variável 51CBF, se a corrente em qualquer das fases superar o valor do ajuste ou o contato 52a indicar que o EI não abriu após

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

o tempo setado na variável Tbf, a função 50BF é atuada, a saída OUT100 é ativada e ocorre o envio de trip externo para o RL4 que comanda abertura dos disjuntores DG1 e DG2.

Os seguintes ajustes serão adotados no RL3:

51CBF = 1A

Tbf = 200ms

A conexão de saída da função 50BF entre os relés RL3 e RL4 é cabeada.

Os detalhes de conexão podem ser vistos no diagrama de ligação do anexo “nome_do_anexo”.

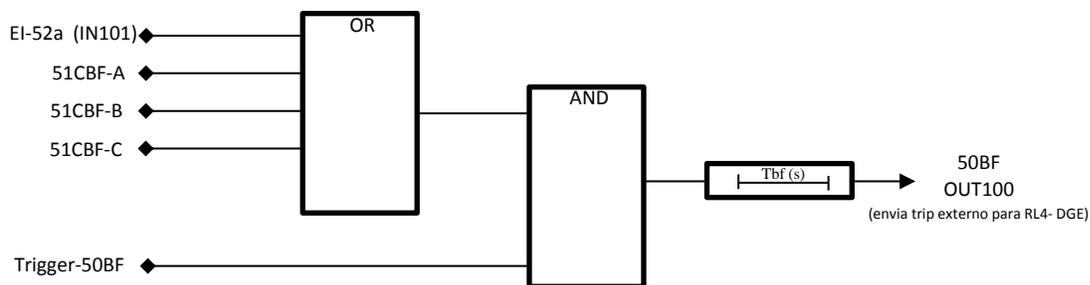


Figura 13: Esquema funcionamento 50BF– RL3.

Da mesma forma, havendo falha nos DG dos geradores será enviado trip para o EI através do RL3.

7.3.1.14. Falha CA, Falha CC e Falha Relé

Apresentar descritivo do sistema de alimentação CA e CC dos equipamentos de proteção, abordando as baterias, carregadores e fonte capacitiva, bem como descrever os cenários de falta de CA, CC e também de falha interna do relé indicando a consequente ação por parte do sistema de proteção. As descrições devem basear-se nos diagramas funcionais desse sistema de maneira a permitir uma adequada compreensão de seu funcionamento.

Exemplo:

O sistema de proteção será alimentado por uma fonte de energia auxiliar em corrente contínua (CC) formada por baterias e carregador de baterias com autonomia de duas horas, sendo esta a fonte principal. No caso de falha desta fonte, um esquema de comutação, que pode ser verificado no anexo “xxxx”, permite alternar para a fonte em corrente alternada (CA).

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Será dotado também de fonte de disparo capacitivo para permitir a abertura do mecanismo de interrupção em caso de falta de energia. O relé possui supervisão por *Watch Dog* que detecta qualquer anomalia em seu funcionamento. Portanto são previstas as seguintes situações relativas as ações do esquema em caso de falhas:

- Falta apenas de CA: alarme de falta de CA.
- Falta apenas de CC: comutação para a fonte CA e alarme de falta de CC.
- Falta de CA e CC: envio de comando de abertura (trip) para o EI e alarme de falta de CA e de CC.
- Falha interna do relé: watch dog detecta a falha e envia comando de abertura (trip) para o EI e alarme de falha.

7.3.2. Grupo 2

Nos demais grupos devem ser apresentadas apenas as funções que possuam ajustes diferentes das constantes no primeiro grupo e deve constar texto indicando que as demais funções do grupo terão ajustes idênticos ao primeiro.

As instruções de apresentação das funções são as mesmas indicadas para o Grupo 1.

Caso não seja adotado um segundo grupo, preencher apenas com “Não se aplica”.

Caso sejam necessários mais grupos, acrescentar o tópico correspondentes seguindo as mesmas orientações e formatações aqui citadas.

Exemplo:

O Grupo 2 será adotado quando houver apenas um gerador ou nenhum gerador em operação. A seguir serão apresentados apenas as funções com valores de ajustes diferentes dos adotados no Grupo 1, permanecendo os demais idênticos ao do Grupo 1.

7.3.2.1. Sobrecorrente Direcional de Fase – 67 – Grupo 2

Exemplo:

Considerando os mesmos critérios indicados para o Grupo 1, porém para os cenários de nenhum ou apenas um gerador em operação foram definidos os seguintes ajustes:

Elemento 67PH2 (Grupo 2):

- **Ipick-up 67PH2: 20 A**

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

- Curva: IEC – Muito Inversa
- Dial de tempo: 0,2

Os ajustes devem ser preenchidos na tabela modelo correspondente. Adicionar quantas tabelas forem necessárias.

Tabela 48

Função 67PH2 – RL3					
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Grupo: 2					
Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
	20	IEC - MI	0,2	0	
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade
	Reverso	Usina para Copel		Tensão de linha entre as demais fases	$\hat{A} = 45^\circ$

7.3.2.2. Sobrecorrente Direcional de Neutro – 67N– Grupo 2

Exemplo:

Considerando os mesmos critérios indicados para o Grupo 1, porém para os cenários de nenhum ou apenas um gerador em operação foram definidos os seguintes ajustes:

Elemento 67N2 (Grupo 2):

- Ipick-up 67PH2: 15 A
- Curva: IEC – Muito Inversa
- Dial de tempo: 0,3

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Os ajustes devem ser preenchidos na tabela modelo correspondente. Adicionar quantas tabelas forem necessárias.

Tabela 49

Função 67PH2 – RL3 (sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)					
Grupo: 2					
Pick-up e Curva	Pick-up (A)	Curva	Multiplicador de tempo	Adicionador	Outros parâmetros
	15	IEC - MI	0,3	0	
Direcionalidade	Sentido de atuação configurado do relé	Sentido de atuação na rede elétrica		Grandeza de Polarização	Ângulo Característico ou parâmetro de direcionalidade
	Reverso	Usina para Copel		Tensão de linha entre as demais fases	$\hat{A} = 45^\circ$

7.3.3. Mudança de Grupo de Ajuste

Neste item deve ser descrito como será feita a mudança de grupo de ajustes, indicando os equipamentos que identificarão o cenário operacional e como comandarão a mudança de grupo, incluindo as entradas e saídas que serão utilizadas na interface entre os equipamentos (controlador, relés). As descrições deverão ser baseadas nos diagramas funcionais correspondentes.

8. Quadro Resumo dos Ajustes de Proteção

Para cada relé apresentar tabela resumo dos ajustes das funções de proteção.

Exemplo:

Tabela 50

RL3	
(sempre adotar a nomenclatura do projeto para os nomes operacionais dos equipamentos)	
Função	Ajustes
50	Pickup = 500 A t = 0,025s
51	Pickup = 100 A Curva IEC MI Mutiplicador = 0,1
50N	Pickup = 80 A t = 0,025s
51N	Pickup = 15 A Curva IEC MI Mutiplicador = 0,1
67	<p><u>67PH1 Grupo 1:</u> Pickup = 100 A Curva IEC MI Mutiplicador = 0,1 Sentido = Direto (Copel para Usina) Â = 45°</p> <p><u>67PH2 Grupo 1:</u> Pickup = 50 A Curva IEC MI Mutiplicador = 0,1 Sentido = Reverso (Usina para Copel) Â = 45°</p> <p><u>67PH3 Grupo 1:</u> Pickup = 500 A Instantâneo Mutiplicador = 0,1 Sentido = Direto (Copel para Usina) Â = 45°</p>
67N	<u>67N1 Grupo 1:</u>

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	<p>Pickup = 15 A Curva IEC MI Multiplicador = 0,1 Sentido = Direto (Copel para Usina) $\hat{A} = 45^\circ$</p> <p><u>67N1 Grupo 1:</u> Pickup = 25 A Curva IEC MI Multiplicador = 0,2 Sentido = Reverso (Usina para Copel) $\hat{A} = 45^\circ$</p> <p>(Preencher todos os grupos)</p>
51V	<p>Pickup = 50 A Curva IEC MI Multiplicador = 0,1 Sentido = Reverso (Usina para Copel) $\hat{A} = 45^\circ$ Tensão de restrição máxima = 19,918 kV Tensão de restrição mínima = 4,97 kV Pickup mínimo = 12,5 A</p>
59	<p>Pickup = 20 kV (fn) t = 5s</p>
27	<p>Pickup = 17,53 kV (fn) t = 2s</p>
59N	<p>Pickup = 17,53 kV (fn) t = 2s</p>
81U	<p><u>Primeiro estágio:</u> Pickup = 58,5 Hz t = 10s</p> <p><u>Segundo estágio:</u> Pickup = 56,5 Hz t = 0s</p>
81O	<p><u>Primeiro estágio:</u> Pickup = 62 Hz t = 30s</p> <p><u>Segundo estágio:</u> Pickup = 66 Hz t = 0s</p>

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

32	Pickup = 1155 kW pri / 96,5 W sec t = 2s
46 e 37	Pickup 46 = 3,35 A Pickup 37 = 12,04 A t = 3s
78	Pickup = 8° Vbloq = 70 V sec
81df/dt	Pickup = 1 Hz/s Vbloq = 60 V sec
LV/BM	Limiar Vivo = 15,24 kV fn Limiar Morto = 0,95 kV fn
50BF	t = 200 ms

9. Seletividade e Coordenação

Neste item deverá ser apresentada a análise de coordenação, ou seja, os coordenogramas das funções de proteção para os cenários de falta e geração apresentados no estudo de curto-circuito, bem como tabelas com os tempos de atuação.

Cada coordenograma deve conter a identificação clara dos cenários de geração e de falta, dos elementos de proteção e funções representadas.

Devem ser preenchidos os cabeçalhos e inseridos os coordenogramas nos quadros correspondentes conforme exemplos abaixo.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 1

Tipo: Fase

Local da falta: Barra A – saída dos alimentadores adjacentes ao circuito Alto Paraná

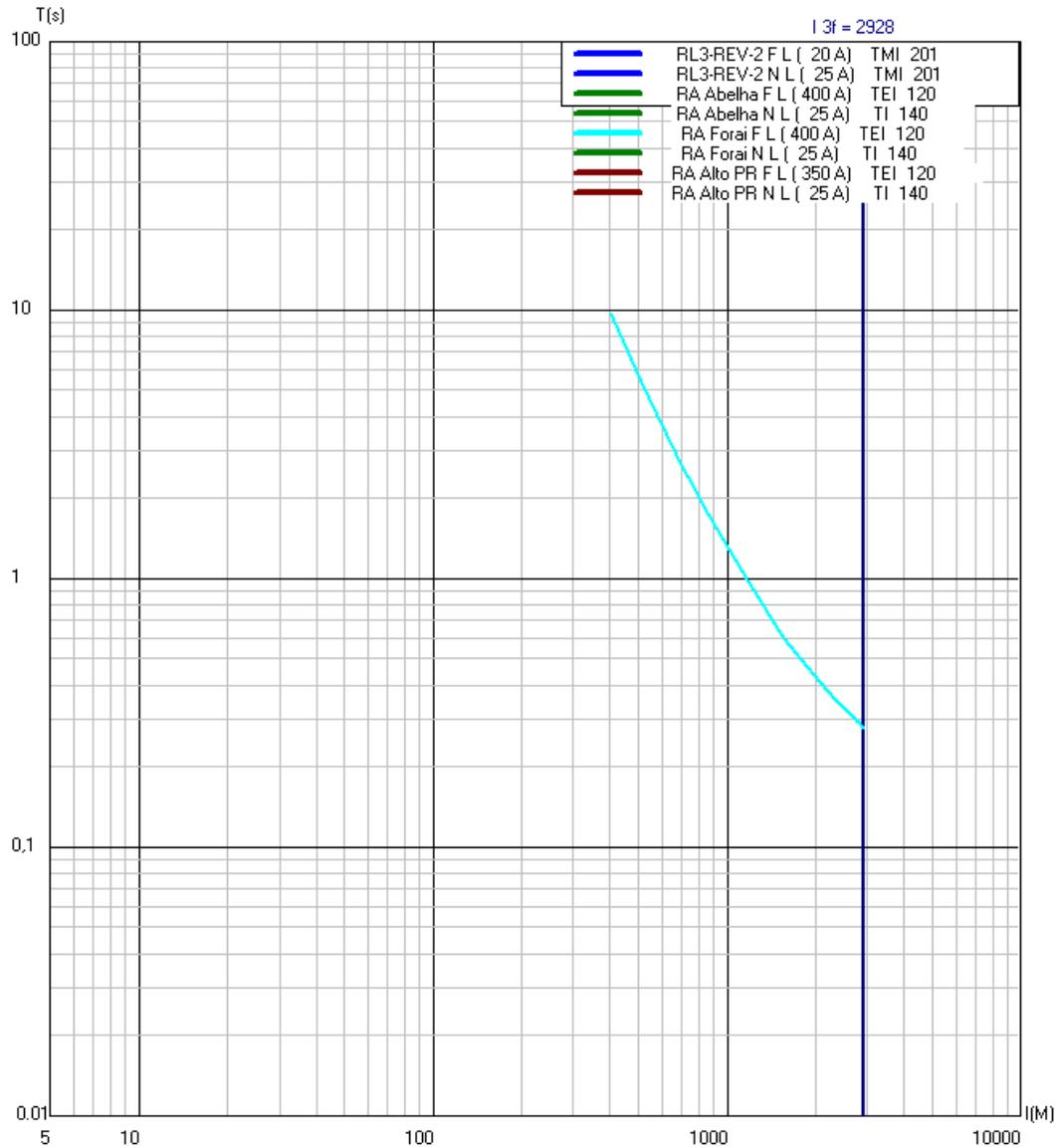
Cenário de geração: Sem geração

Sentido da análise de coordenação: Usina → Copel

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RA Florai e Abelha possuem ajustes iguais. Não há geração, portanto não há atuação por fase do RA Alto Paraná (RL1) nem RL3.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 2

Tipo: **Neutro**

Local da falta: **Barra A – saída dos alimentadores adjacentes ao circuito Alto Paraná**

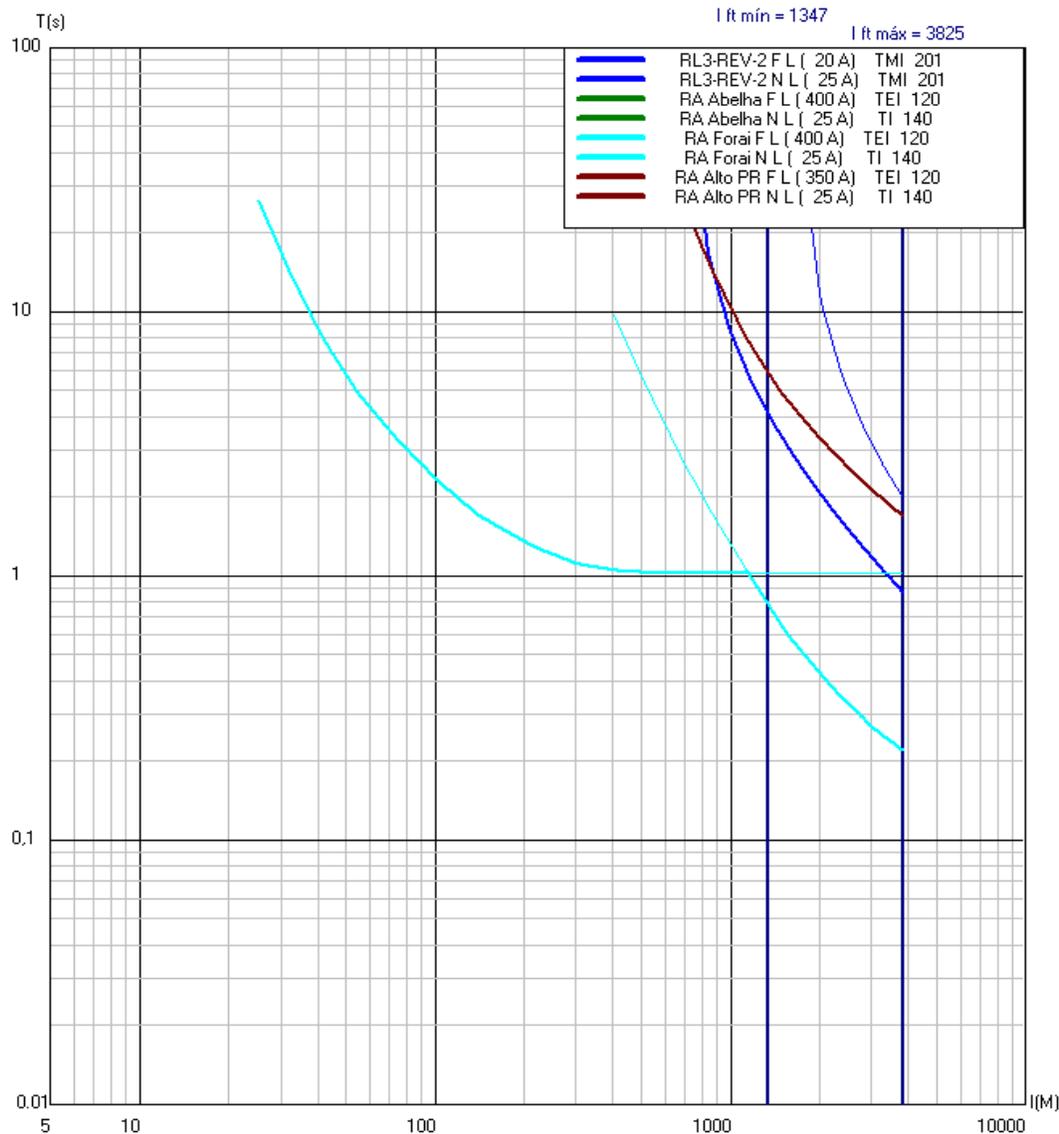
Cenário de geração: **Sem geração**

Sentido da análise de coordenação: **Usina → Copel**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RA Florai e Abelha possuem ajustes iguais. RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel→Usina. Circuitos adjacentes atuam antes conforme desejado. RL3-REV2 = 67PH2 e 67N2 do Grupo 2.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 3

Tipo: Fase

Local da falta: Barra A – saída dos alimentadores adjacentes ao circuito Alto Paraná

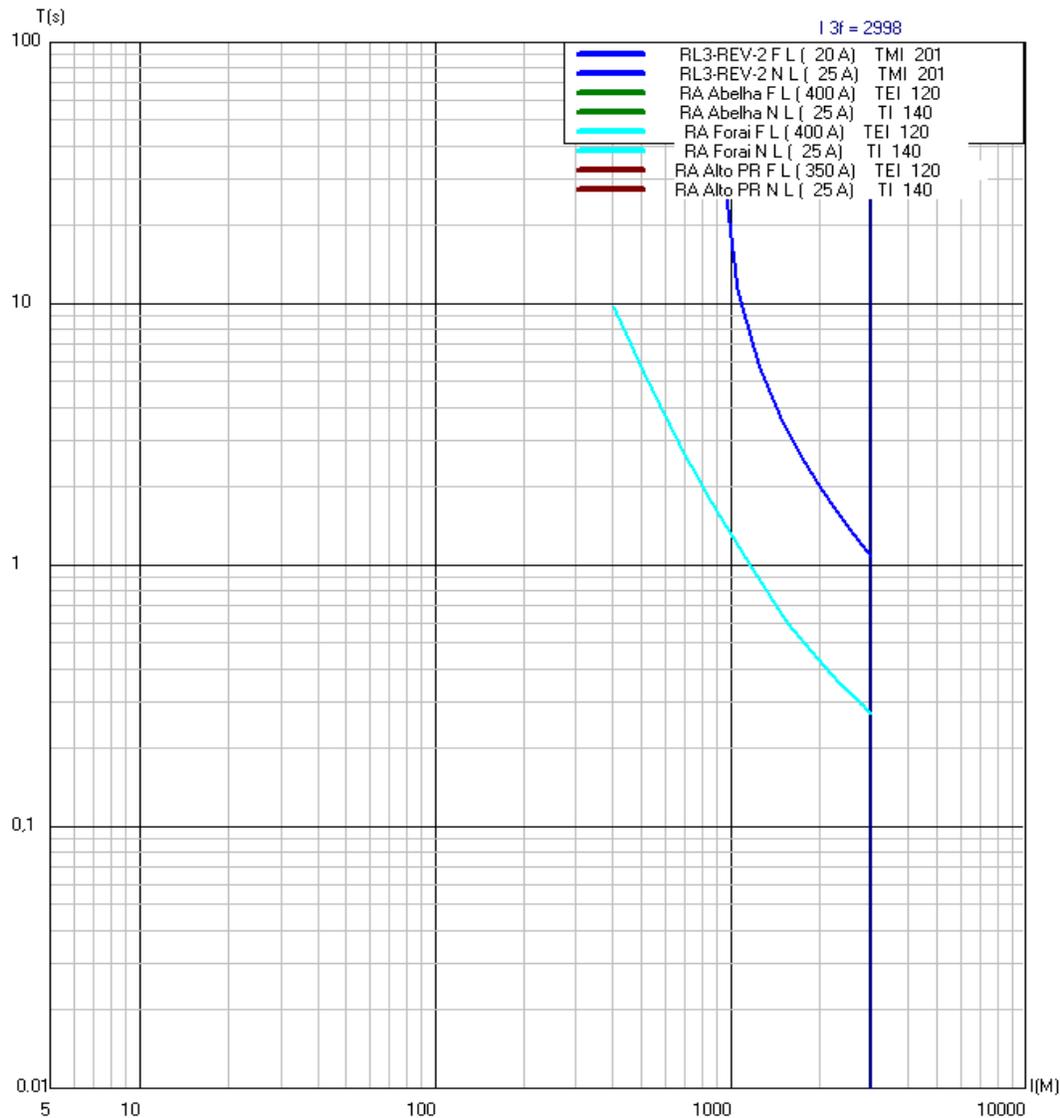
Cenário de geração: G1 ou G2 em operação

Sentido da análise de coordenação: Usina → Copel

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RA Florai e Abelha possuem ajustes iguais. RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel→Usina. Circuitos adjacentes atuam antes conforme desejado. RL3-REV2 = 67PH2 e 67N2 do Grupo 2.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 4

Tipo: **Neutro**

Local da falta: **Barra A – saída dos alimentadores adjacentes ao circuito Alto Paraná**

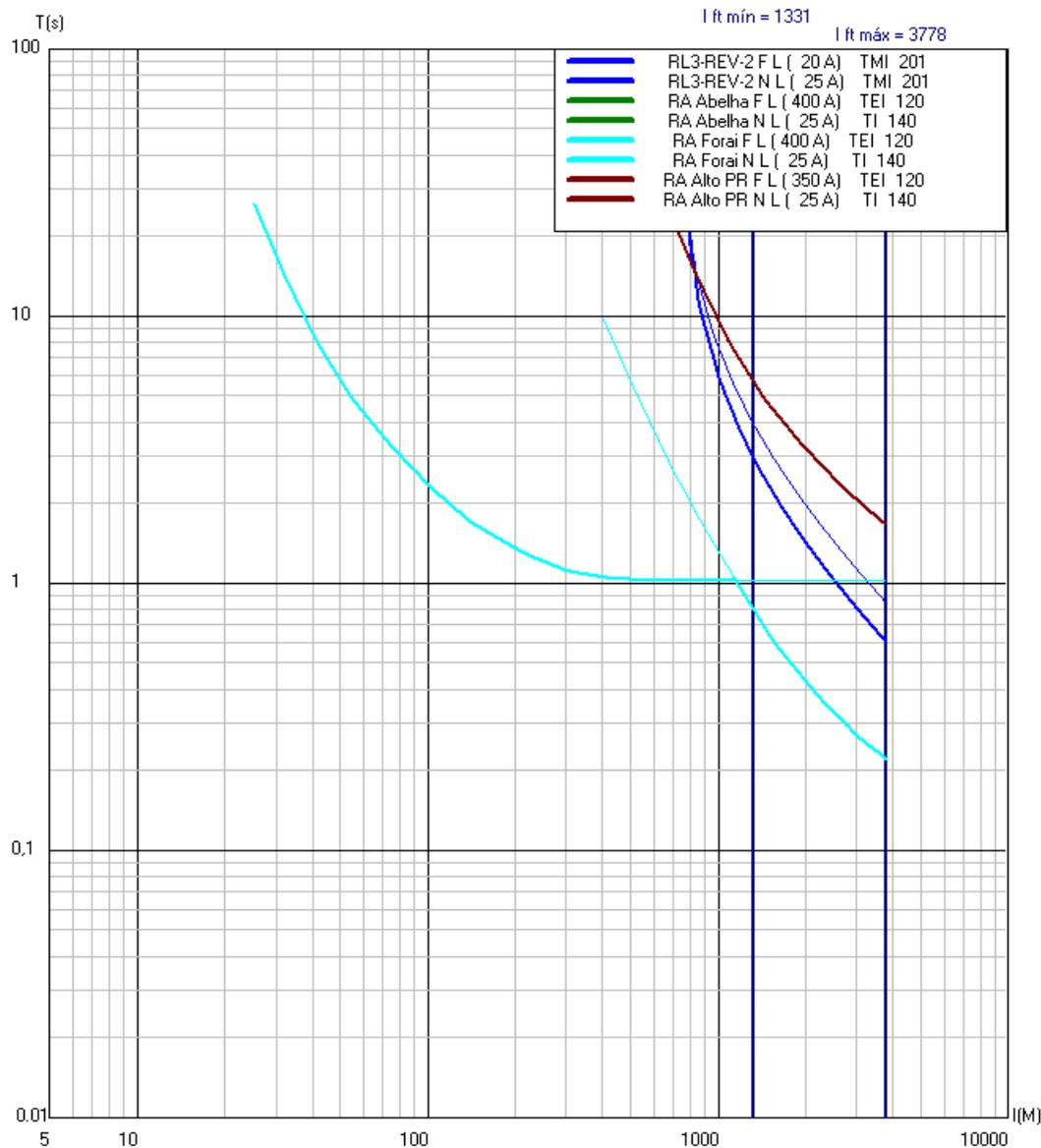
Cenário de geração: **G1 ou G2 em operação**

Sentido da análise de coordenação: **Usina → Copel**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RA Florai e Abelha possuem ajustes iguais. RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel→Usina. Circuitos adjacentes atuam antes conforme desejado. RL3-REV2 = 67PH2 e 67N2 do Grupo 2.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 5

Tipo: Fase

Local da falta: Barra A – saída dos alimentadores adjacentes ao circuito Alto Paraná

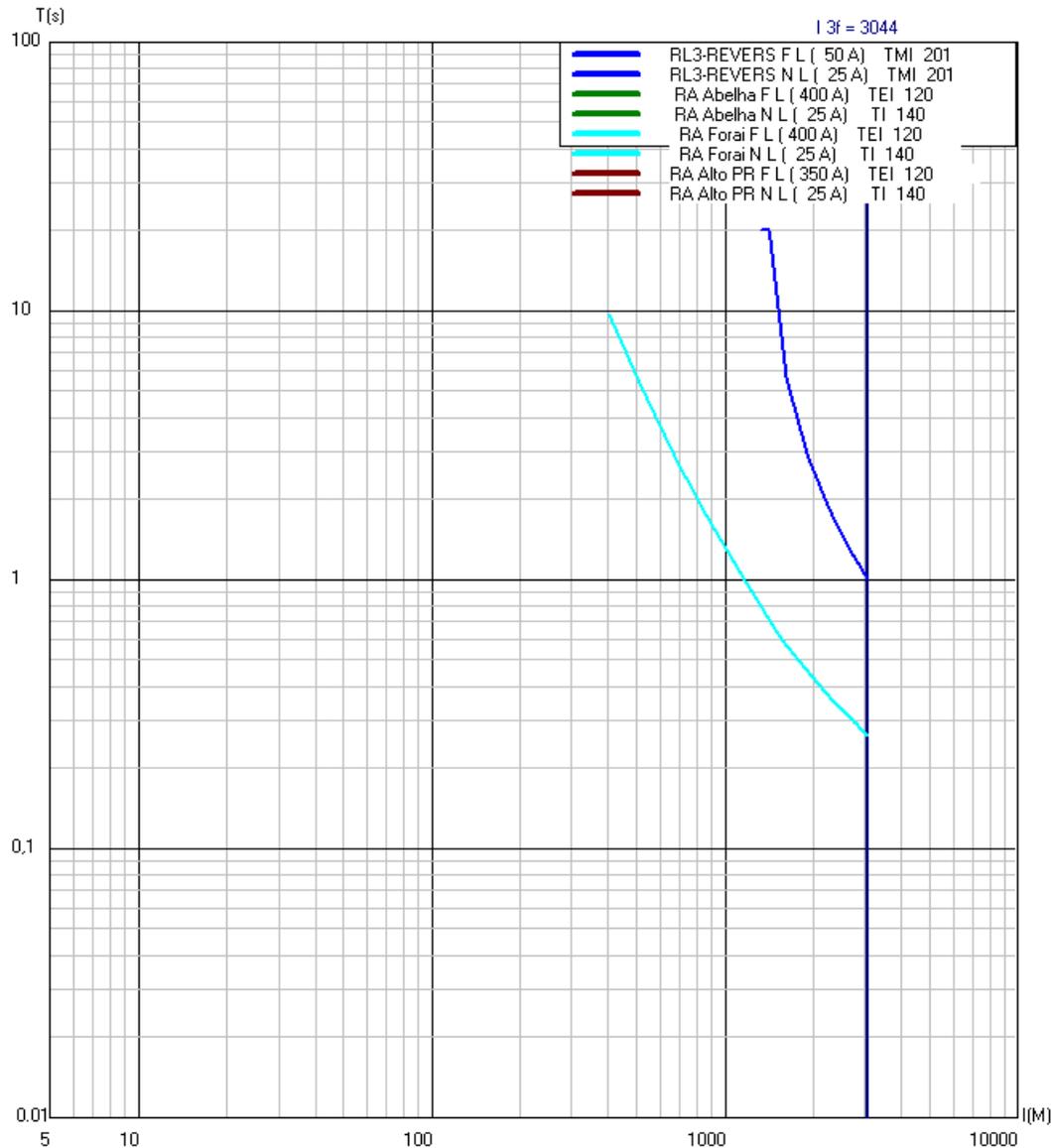
Cenário de geração: G1 e G2 em operação

Sentido da análise de coordenação: Usina → Copel

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RA Florai e Abelha possuem ajustes iguais. RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel→Usina. Circuitos adjacentes atuam antes conforme desejado. RL3-Revers = 67PH2 e 67N2 – Grupo 1.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 6

Tipo: **Neutro**

Local da falta: **Barra A – saída dos alimentadores adjacentes ao circuito Alto Paraná**

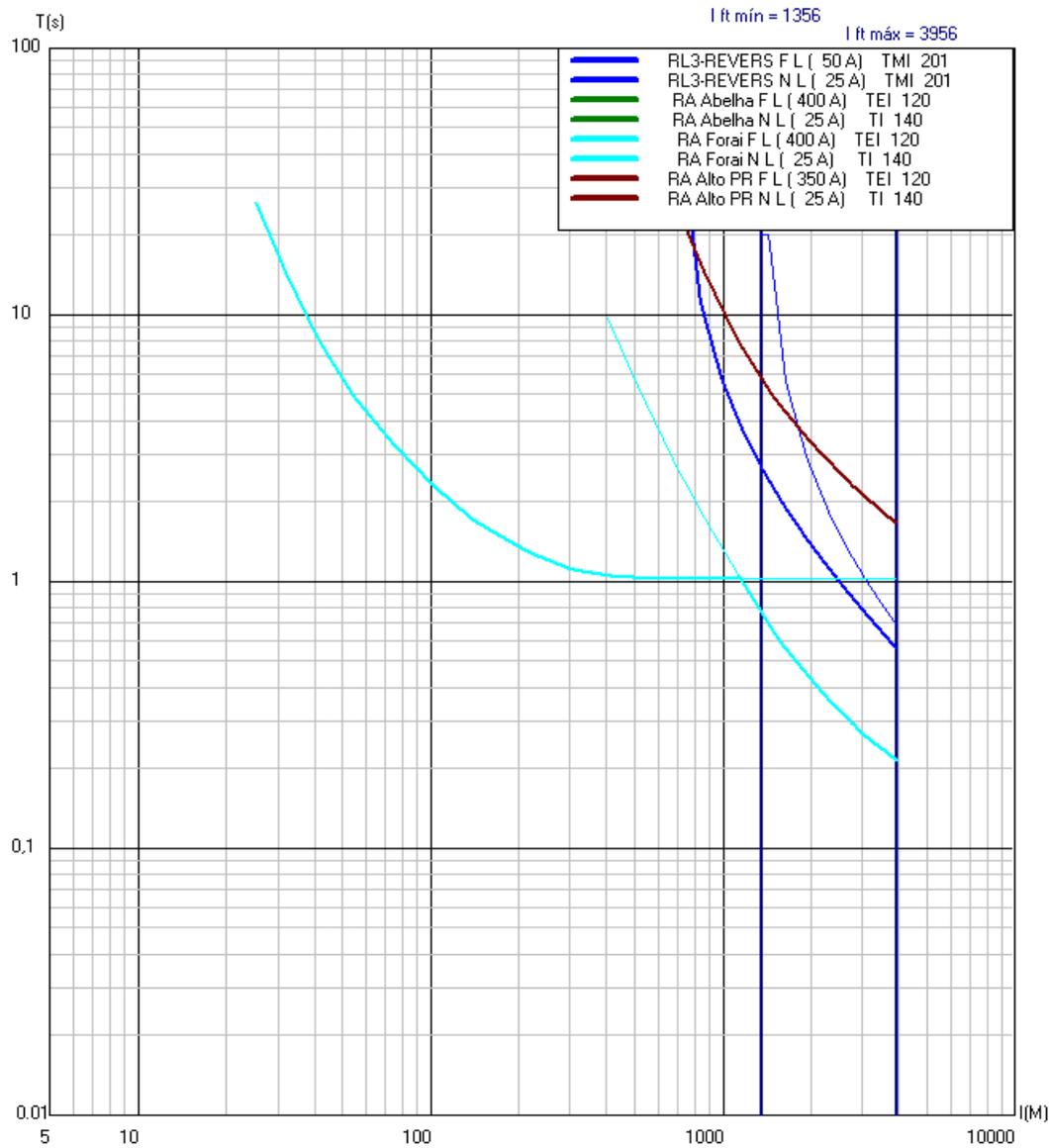
Cenário de geração: **G1 e G2 em operação**

Sentido da análise de coordenação: **Usina → Copel**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RA Florai e Abelha possuem ajustes iguais. RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel→Usina. Circuitos adjacentes atuam antes conforme desejado. RL3-Revers = 67PH2 e 67N2 – Grupo 1.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 7

Tipo: Fase

Local da falta: Barra B – RA de derivação

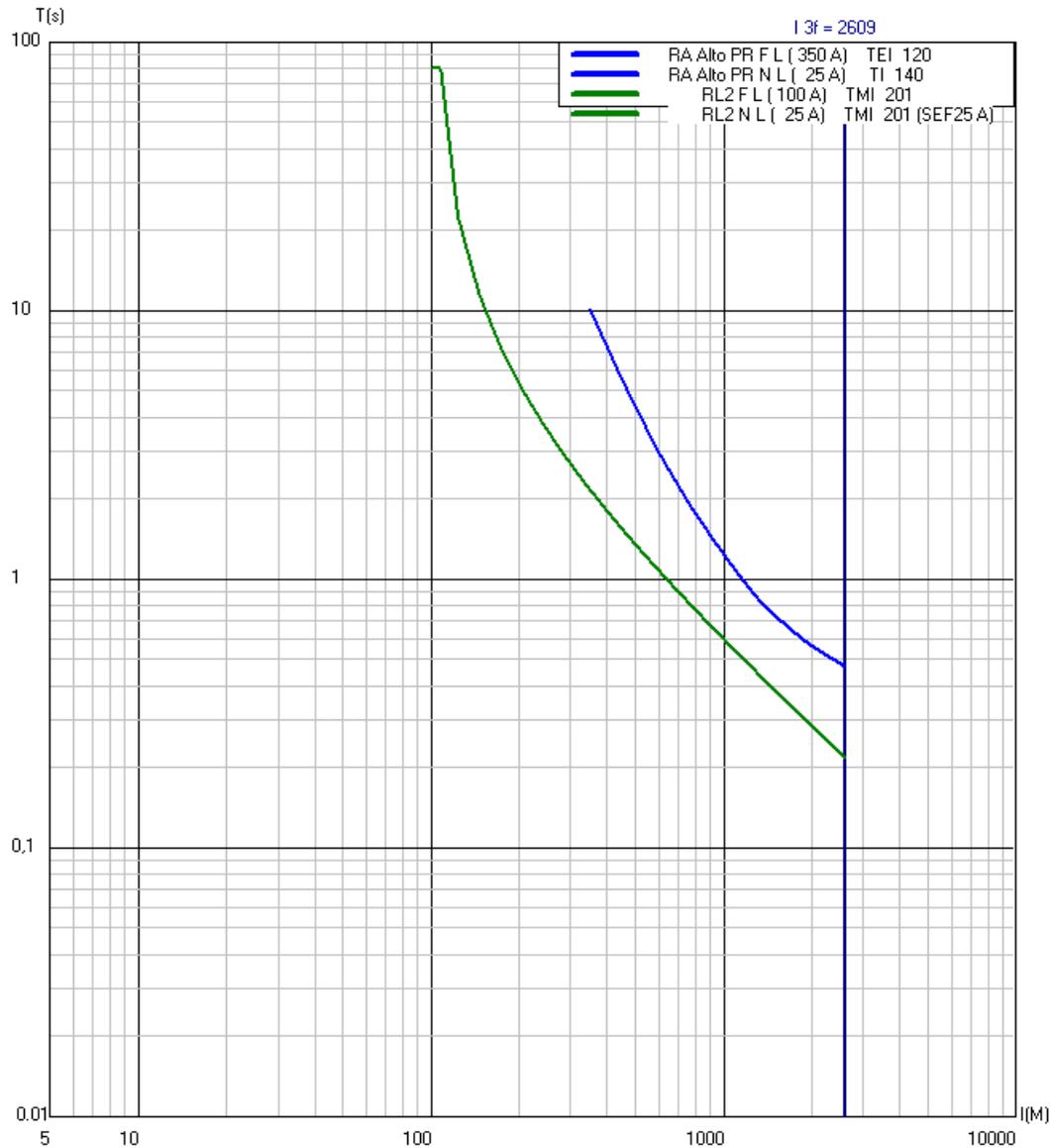
Cenário de geração: sem geração

Sentido da análise de coordenação: Copel → Usina

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel → Usina e está coordenado com o RA Alto Paraná (RL1)

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 8

Tipo: **Neutro**

Local da falta: **Barra B – RA de derivação**

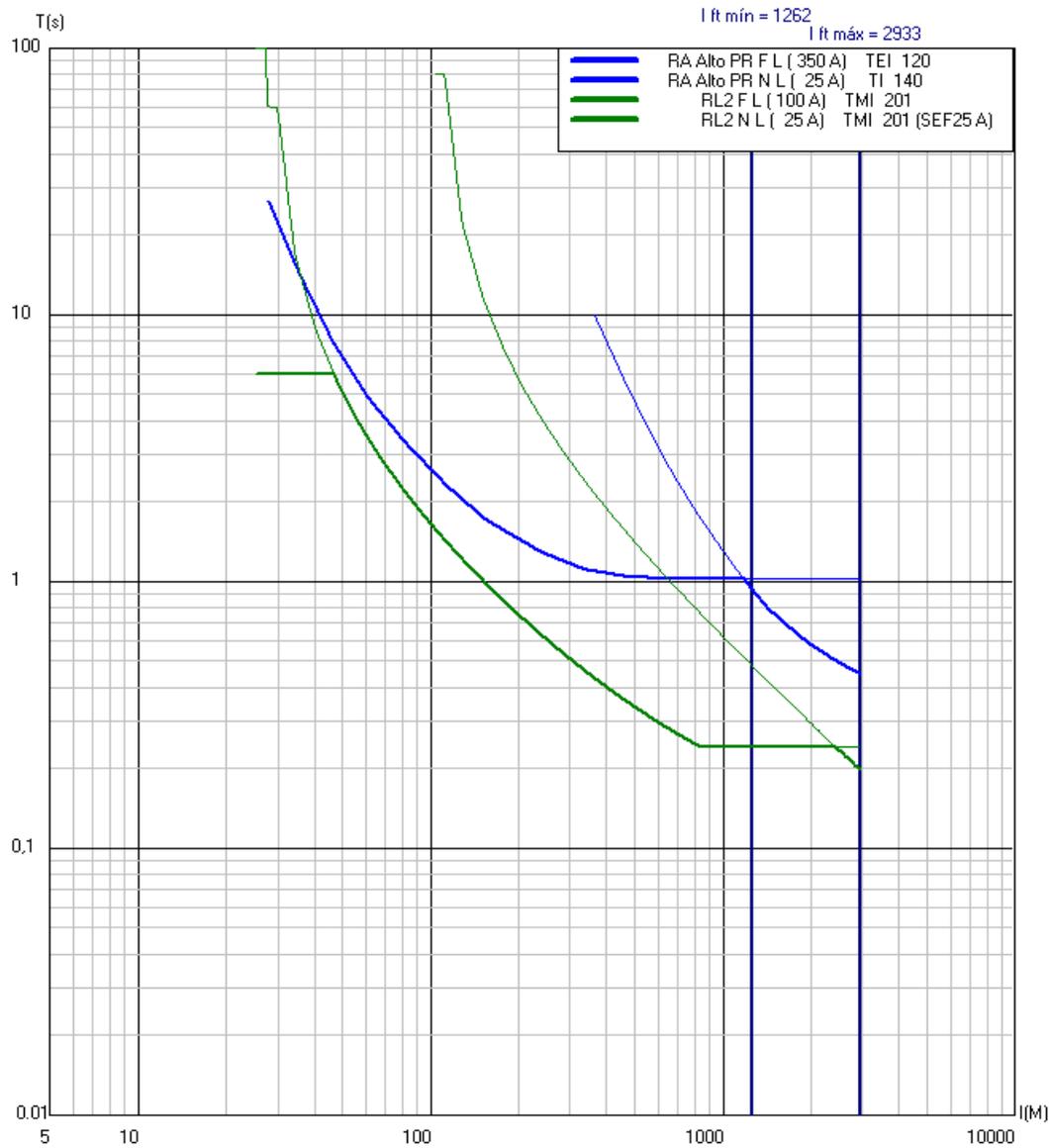
Cenário de geração: **sem geração**

Sentido da análise de coordenação: **Copel → Usina**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: **RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel → Usina e está coordenado com o RA Alto Paraná (RL1)**

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 9

Tipo: Fase

Local da falta: Barra B – RA de derivação

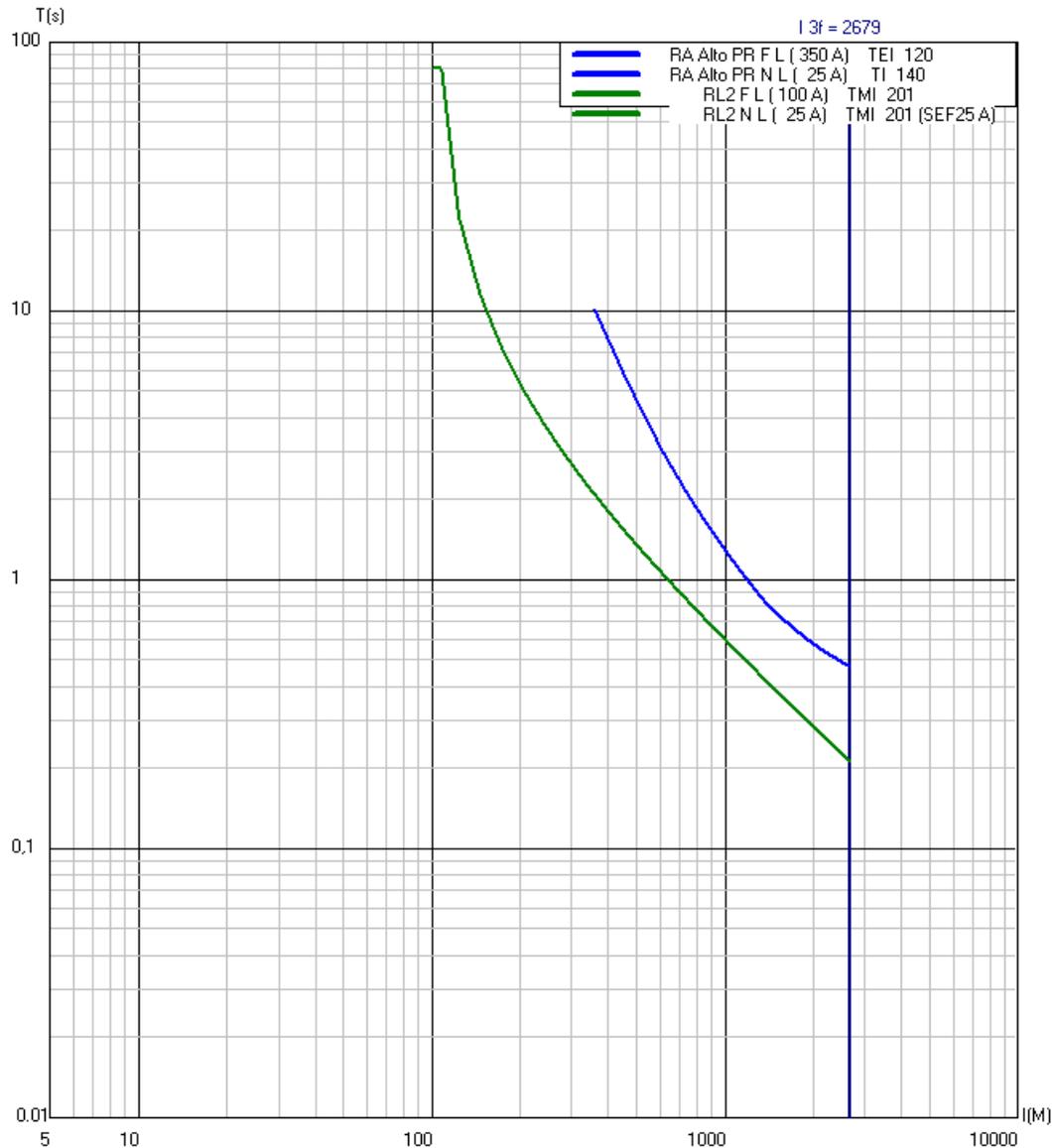
Cenário de geração: G1 ou G2 em operação

Sentido da análise de coordenação: Copel → Usina

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel → Usina e está coordenado com o RA Alto Paraná (RL1)

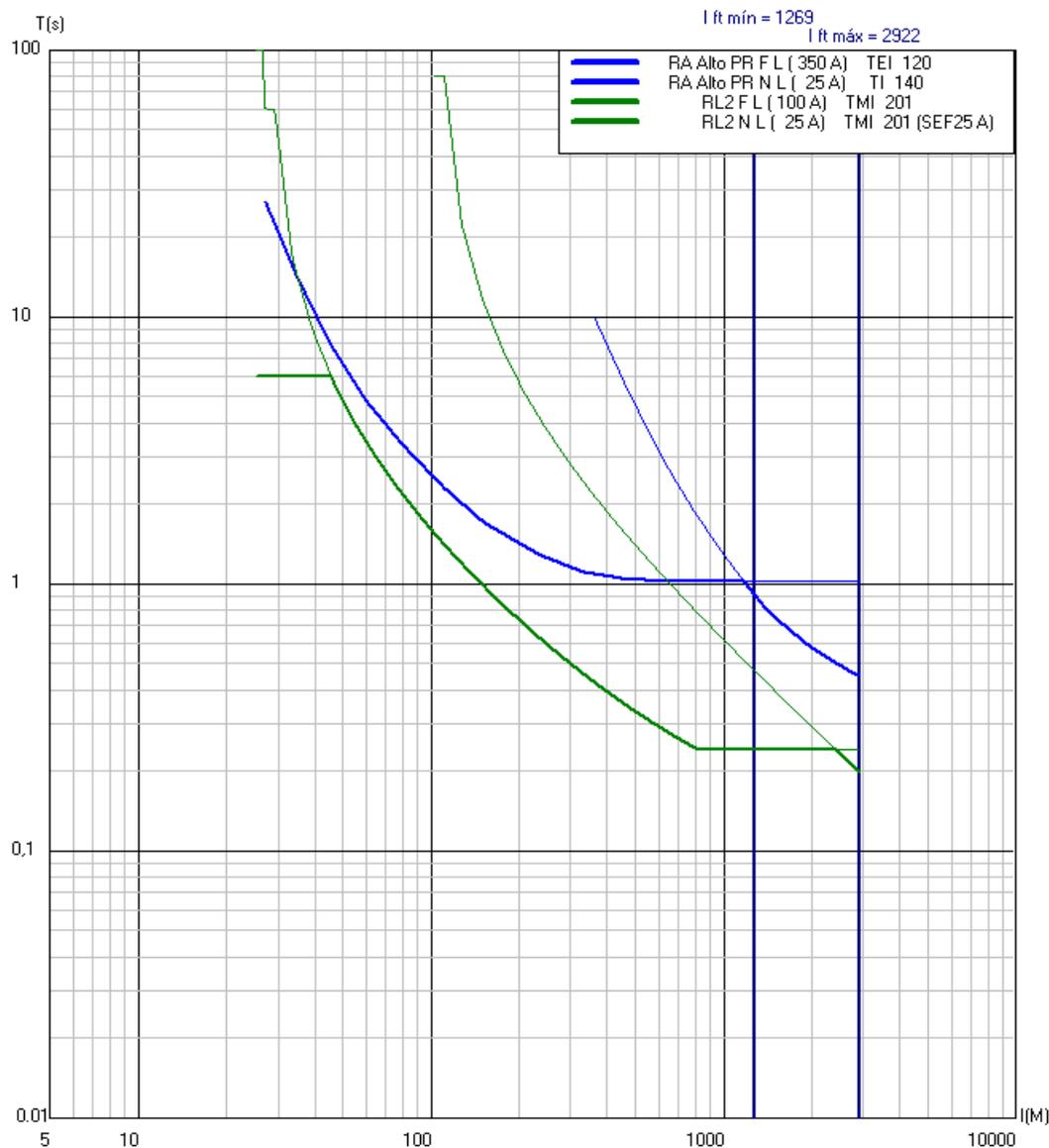
MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 10

Tipo: **Neutro**
 Local da falta: **Barra B – RA de derivação**
 Cenário de geração: **G1 ou G2 em operação**
 Sentido da análise de coordenação: **Copel → Usina**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????
 Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: **RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel → Usina e está coordenado com o RA Alto Paraná (RL1)**

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 11

Tipo: Fase

Local da falta: Barra B – RA de derivação

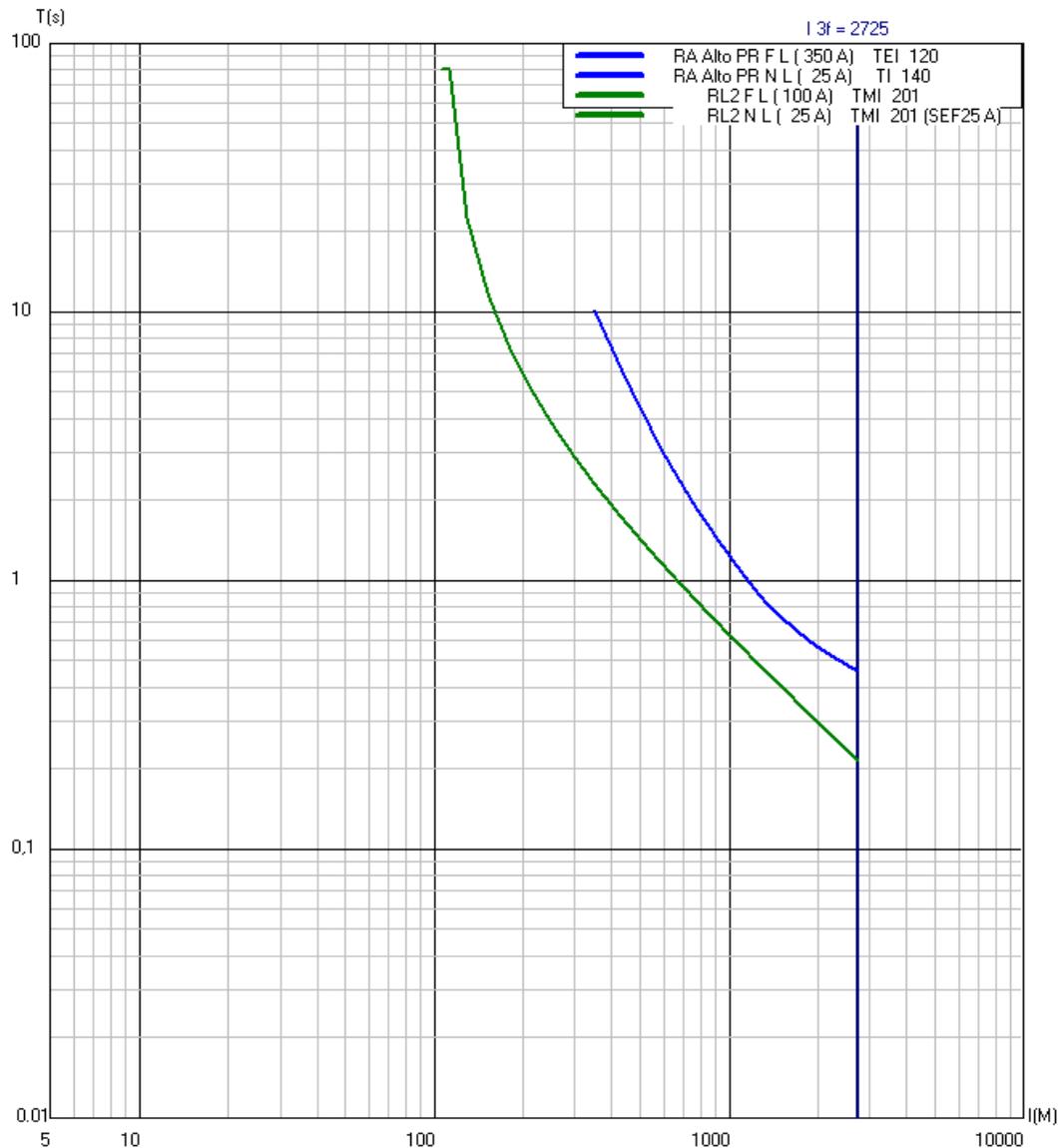
Cenário de geração: G1 e G2 em operação

Sentido da análise de coordenação: Copel → Usina

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel → Usina e está coordenado com o RA Alto Paraná (RL1)

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 12

Tipo: **Neutro**

Local da falta: **Barra B – RA de derivação**

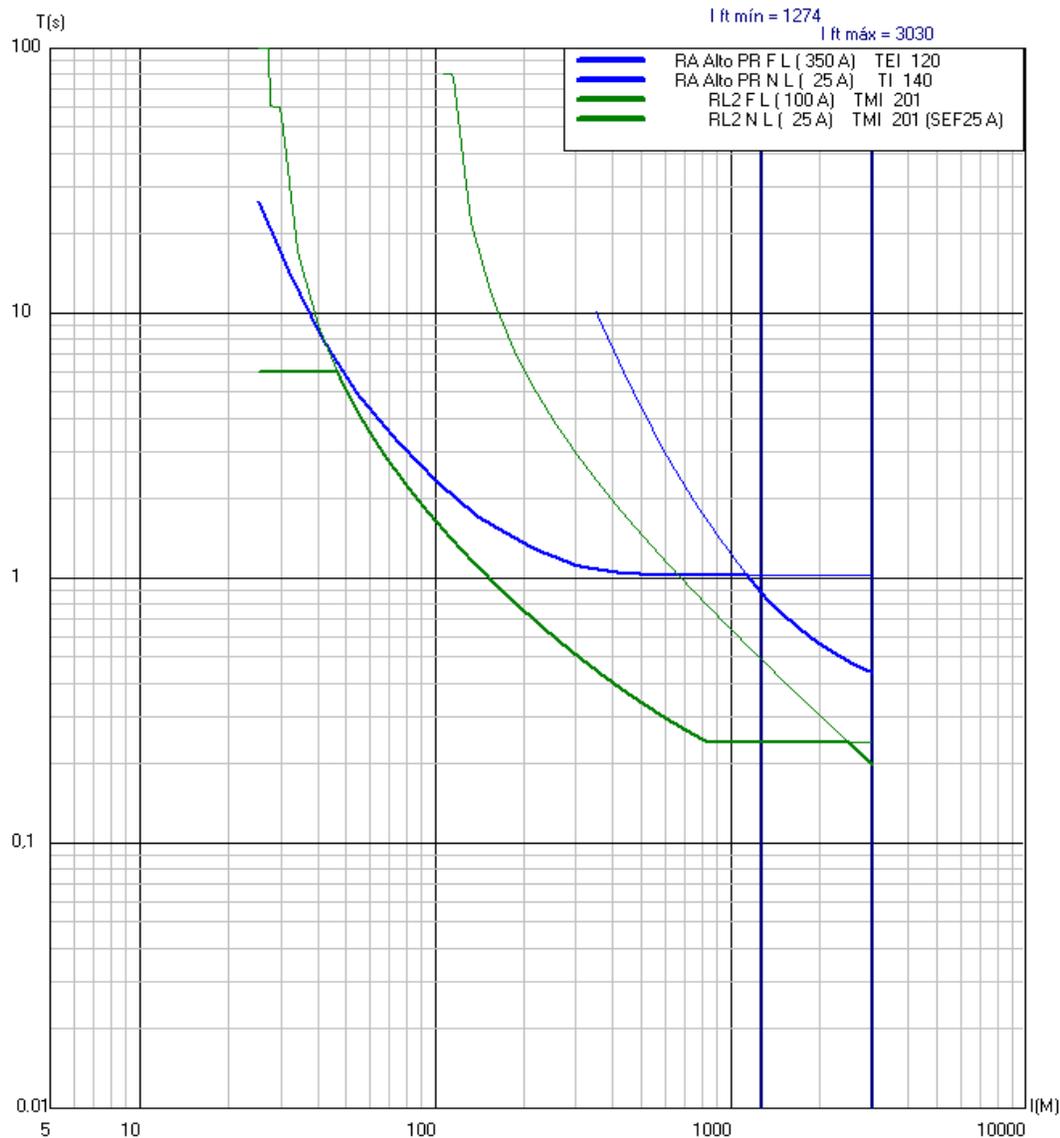
Cenário de geração: **G1 e G2 em operação**

Sentido da análise de coordenação: **Copel → Usina**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: **RL2 tem atuação direcional apenas no sentido Copel → Usina e está coordenado com o RA Alto Paraná (RL1)**

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 13

Tipo: Fase

Local da falta: Barra C – Entrada Usina

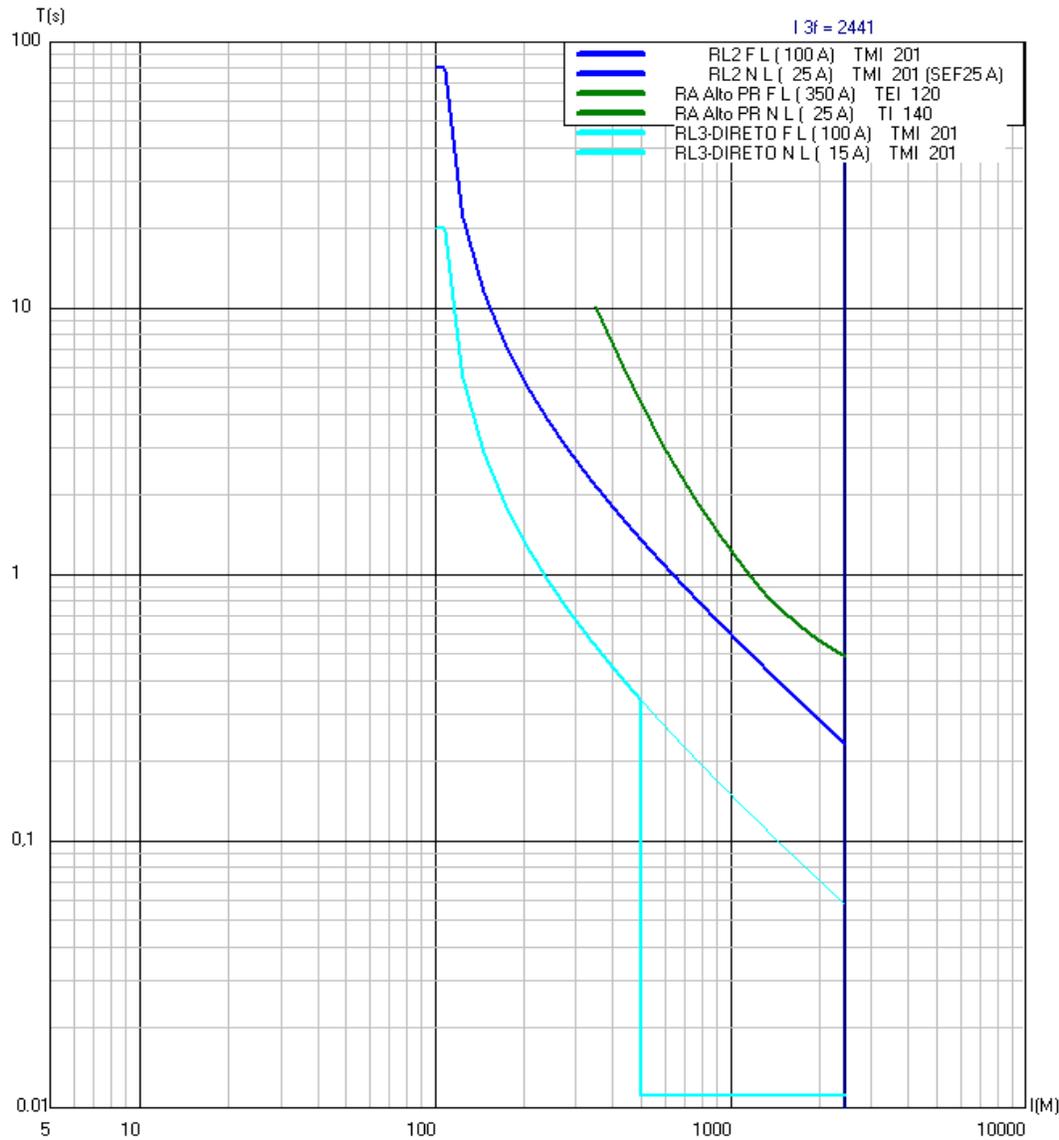
Cenário de geração: Sem geração

Sentido da análise de coordenação: Copel → Usina

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: A curva RL3-Direto F corresponde aos elementos 67PH1 e 67PH3 que atuam no sentido Copel → Usina e estão coordenadas com o RL2.

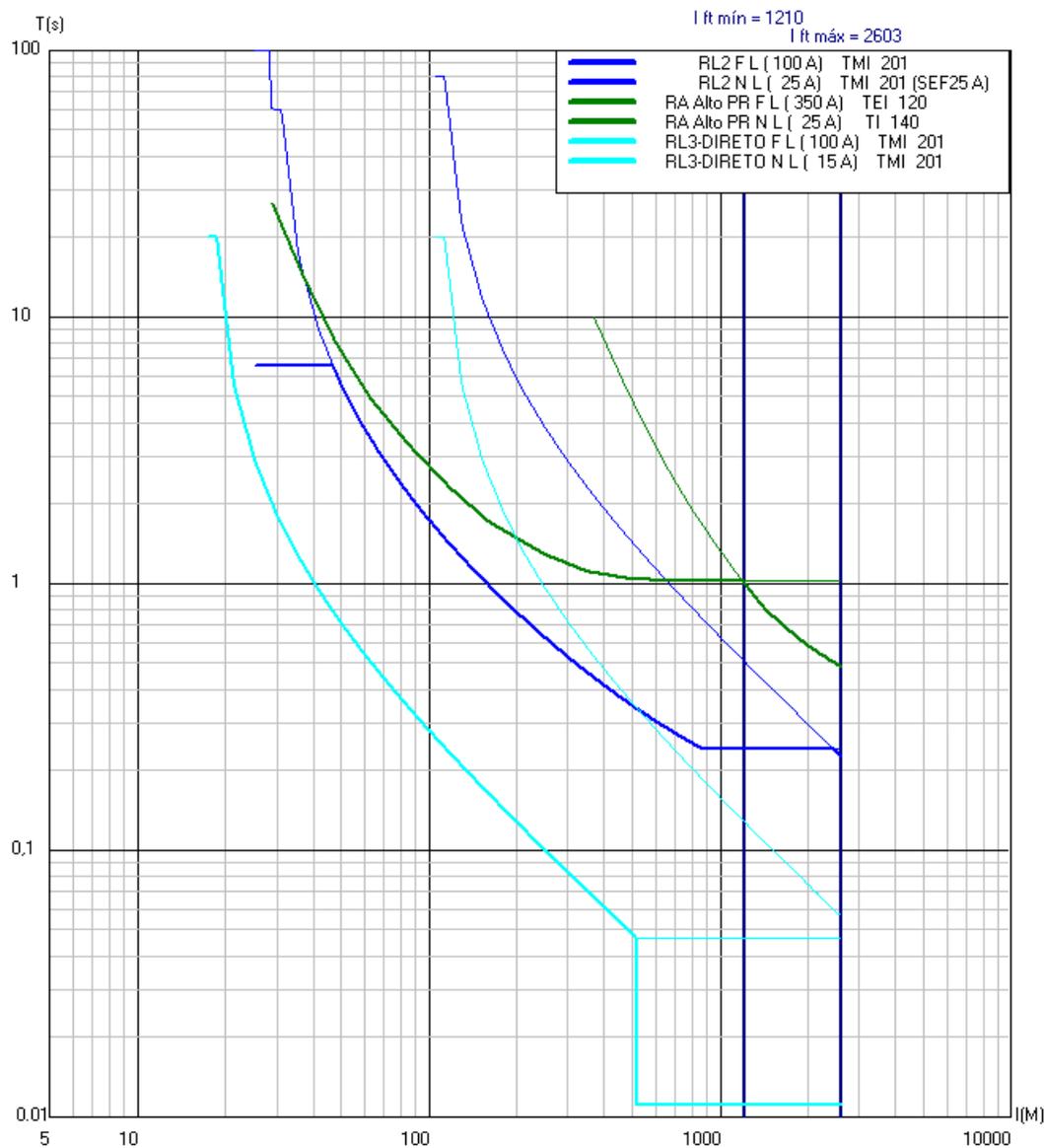
MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 14

Tipo: **Neutro**
 Local da falta: **Barra C – Entrada Usina**
 Cenário de geração: **Sem geração**
 Sentido da análise de coordenação: **Copel → Usina**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????
 Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: A curva RL3-Direto N corresponde ao elemento 67N1 que atua no sentido Copel → Usina e está coordenada com o RL2

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 15

Tipo: Fase

Local da falta: Barra C – Entrada Usina

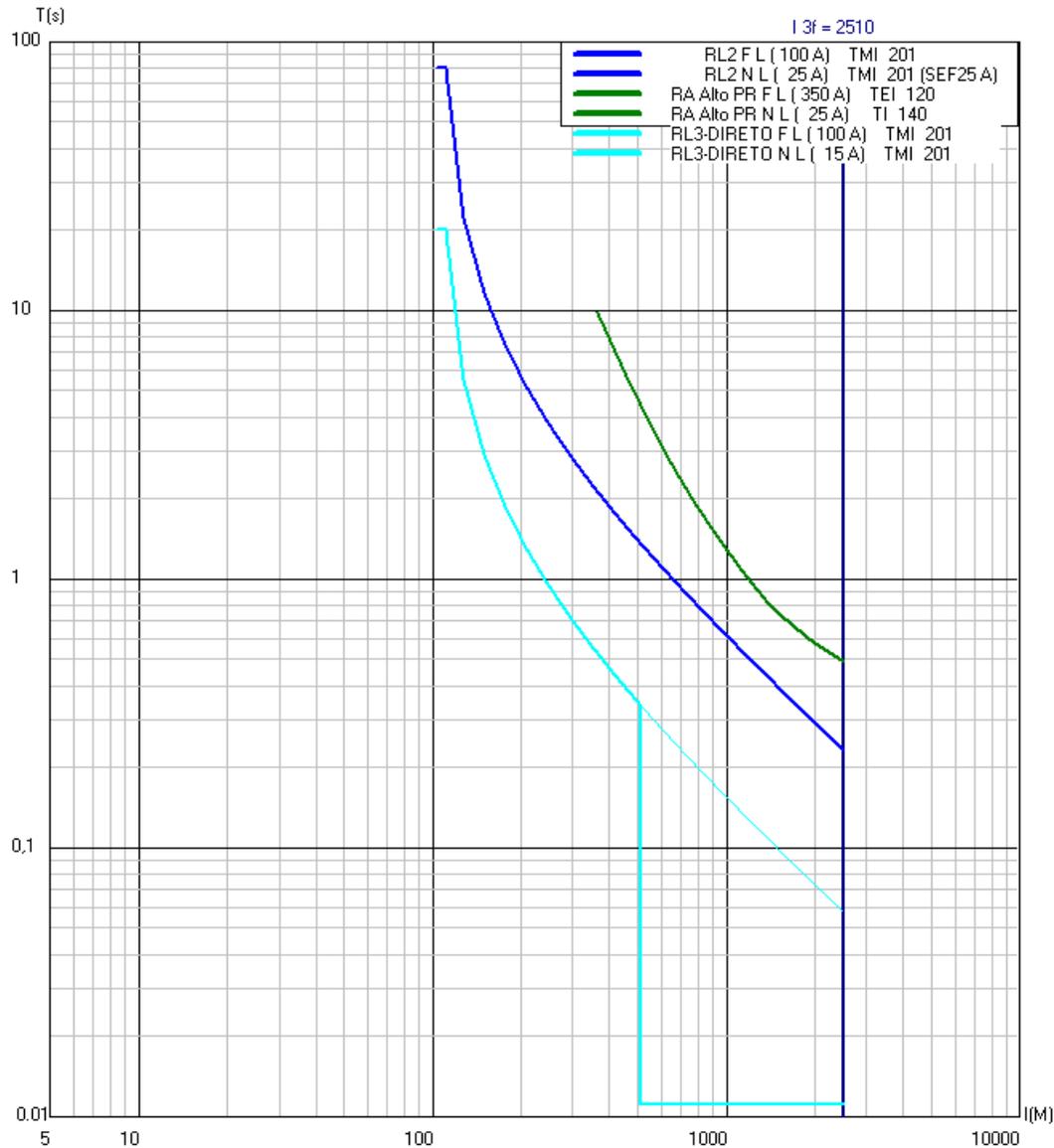
Cenário de geração: G1 ou G2 em operação

Sentido da análise de coordenação: Copel → Usina

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: A curva RL3-Direto F corresponde aos elementos 67PH1 e 67PH3 que atuam no sentido Copel → Usina e estão coordenadas com o RL2.

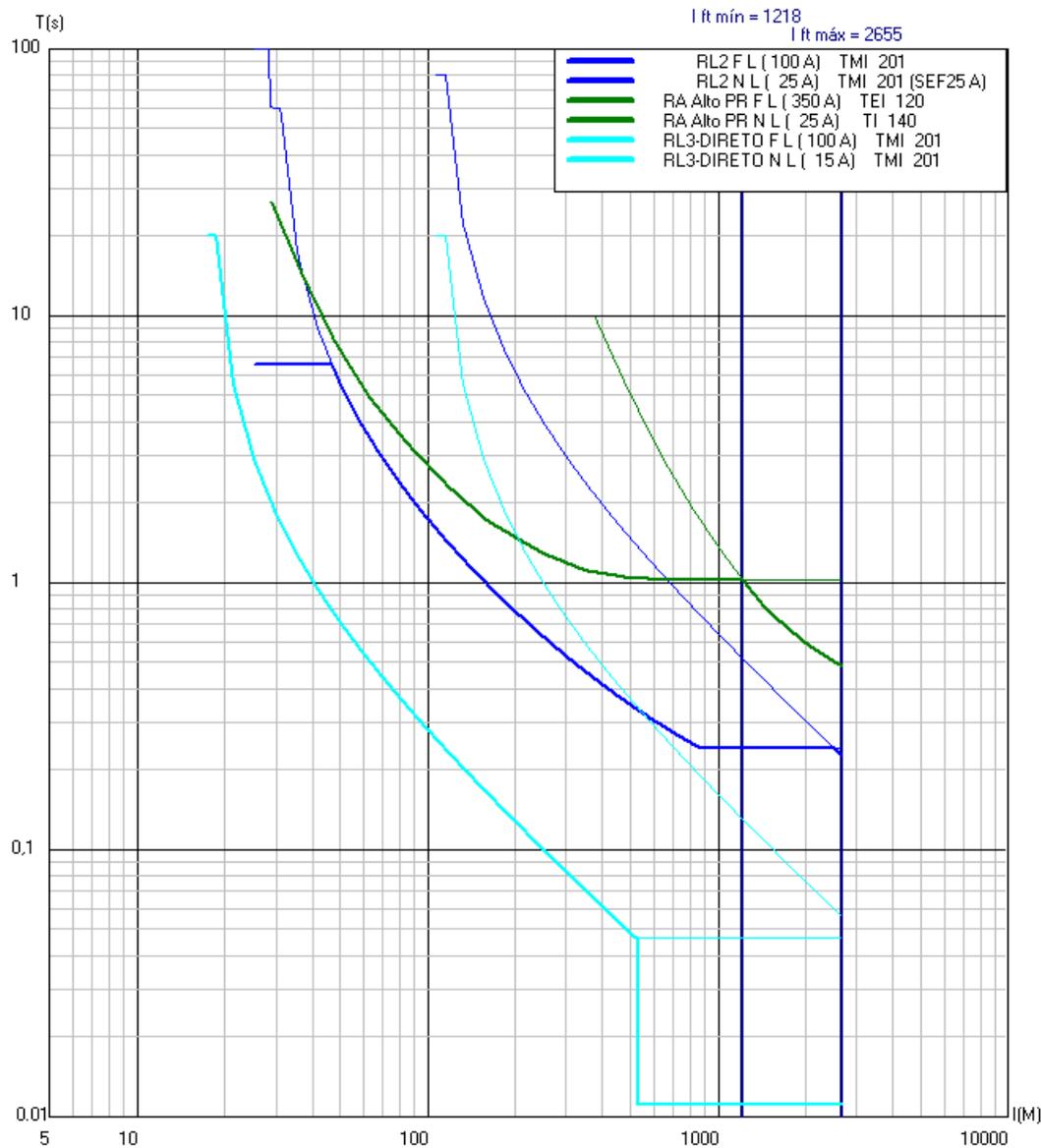
MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 16

Tipo: **Neutro**
 Local da falta: **Barra C – Entrada Usina**
 Cenário de geração: **G1 ou G2 em operação**
 Sentido da análise de coordenação: **Copel → Usina**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????
 Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: A curva RL3-Direto N corresponde ao elemento 67N1 que atua no sentido Copel → Usina e está coordenada com o RL2.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 17

Tipo: Fase

Local da falta: Barra C – Entrada Usina

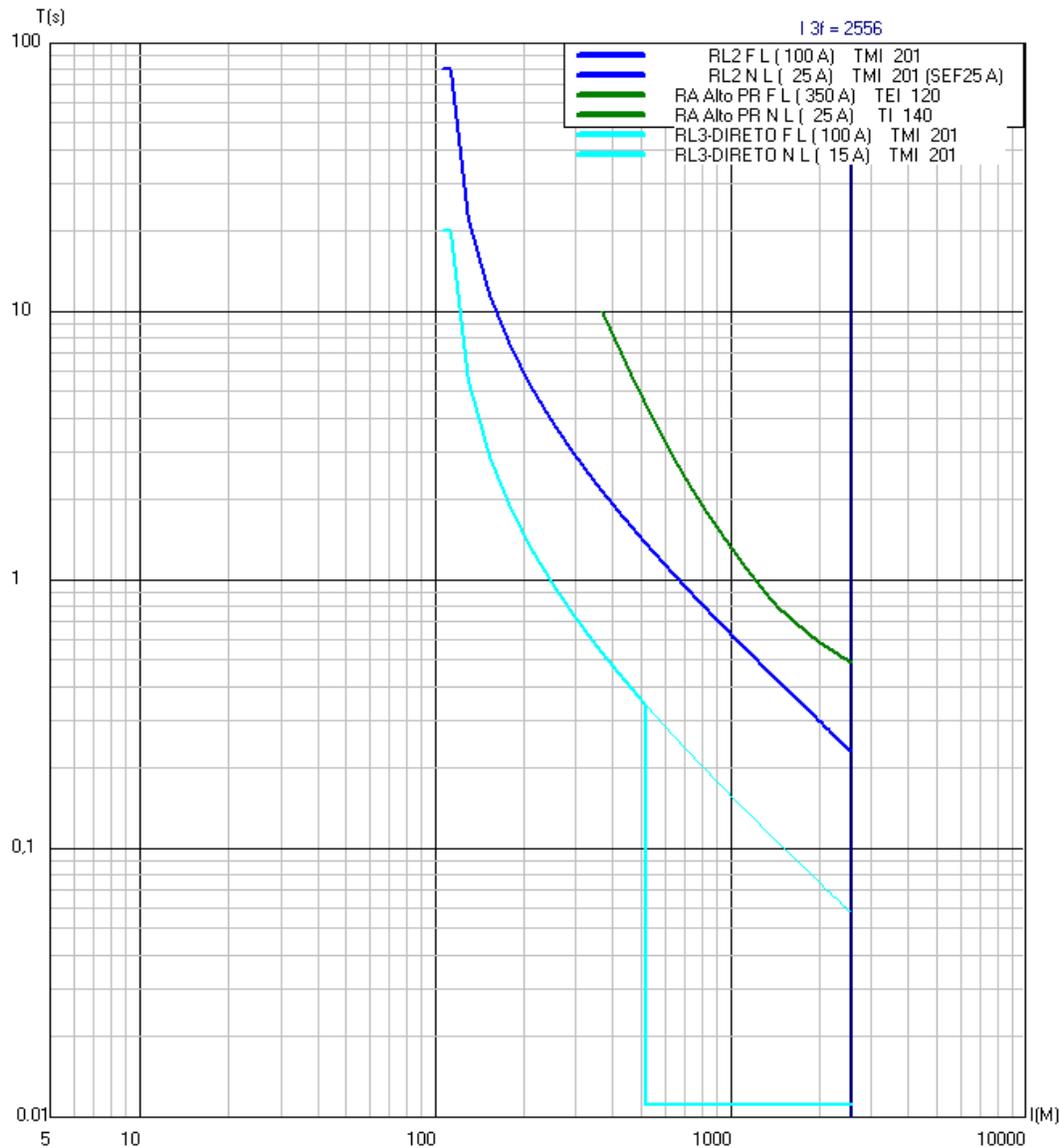
Cenário de geração: G1 e G2 em operação

Sentido da análise de coordenação: Copel → Usina

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????

Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: A curva RL3-Direto F corresponde aos elementos 67PH1 e 67PH3 que atuam no sentido Copel → Usina e estão coordenadas com o RL2.

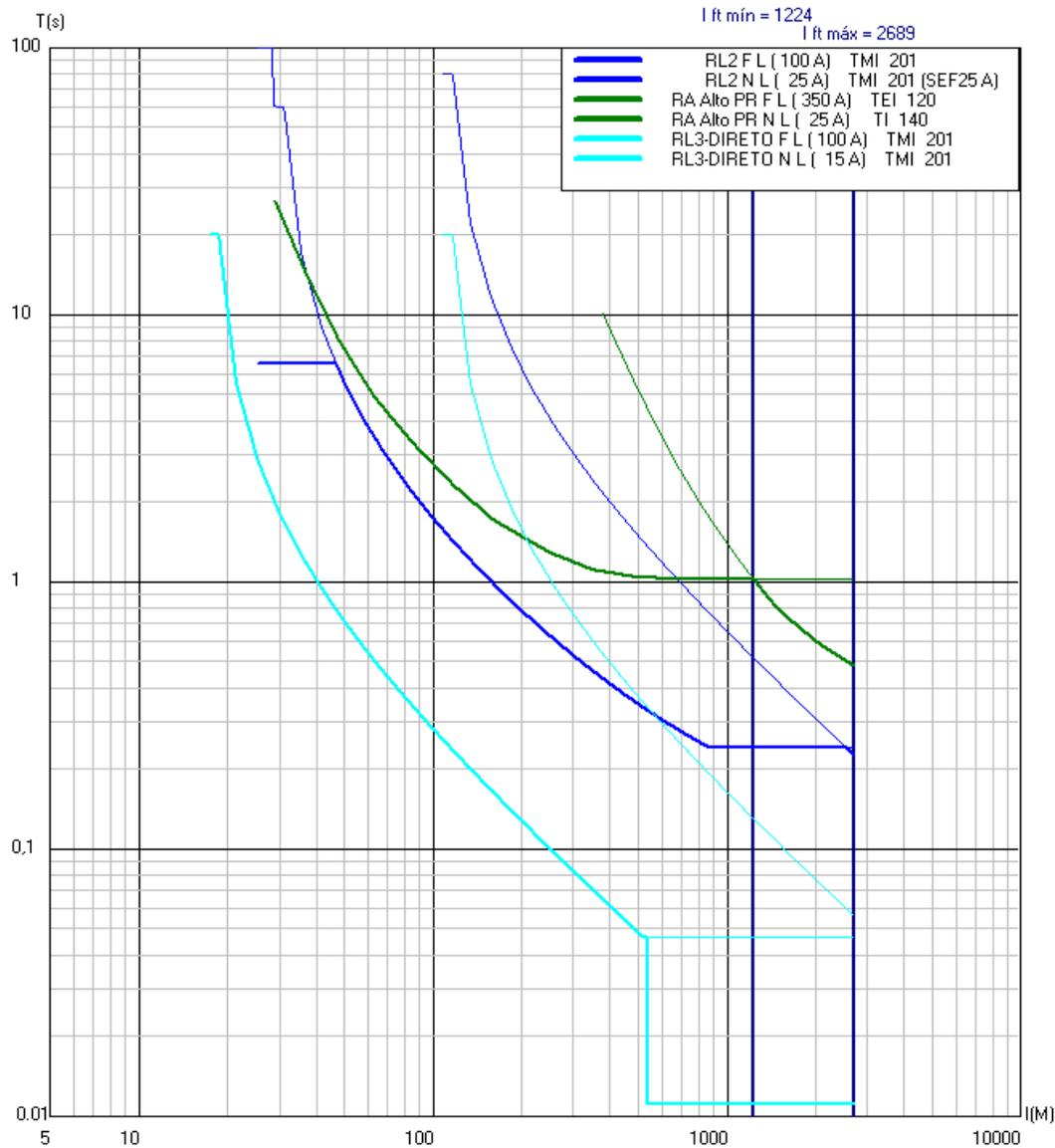
MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Coordenograma 18

Tipo: **Neutro**
 Local da falta: **Barra C – Entrada Usina**
 Cenário de geração: **G1 e G2 em operação**
 Sentido da análise de coordenação: **Copel → Usina**

PCP - Programa de Coordenação da Proteção

Subestação: ??????????
 Caso: PCH_ABCD em 01/10/2020



Comentários: A curva RL3-Direto N corresponde ao elemento 67N1 que atua no sentido Copel → Usina e está coordenada com o RL2.

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

Além dos coordenogramas, preencher as tabelas com os tempos de atuação de cada função de sobrecorrente para os valores de falta obtidos no estudo de curto-circuito. As tabelas deverão ser adaptadas conforme os elementos e funções de proteção habilitadas no projeto.

Para o preenchimento do tempo de atuação da tabela considerar o sentido Copel → Usina. Quando a proteção não é sensibilizada preencher com “Não atua”.

Tabela 51

Local da Falta: Barra A					
(sentido Copel → Usina)					
Geração	Tipo da Falta	Valor da Falta	Elemento de Proteção	Função	Tempo de atuação (s)
Sem Geração	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	
				67PH2	Não atua
				67PH3	
			FT		RL1
		51N			
	RL2	51			
		51N			
	RL3	67PH1			
		67N1			
		67PH2	Não atua		
	67N2	Não atua			
	67PH3				
G1 ou G2	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	
				67PH2	Não atua
				67PH3	
			FT		RL1
		51N			
	RL2	51			
		51N			
	RL3	67PH1			
		67N1			
		67PH2	Não atua		
	67N2	Não atua			
	67PH3				
G1 e G2	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	
				67PH2	Não atua
		67PH3			
	FT		RL1	51	

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

				51N	
			RL2	51	
				51N	
			RL3	67PH1	
				67N1	
				67PH2	Não atua
				67N2	Não atua
				67PH3	

Tabela 52

Local da Falta: Barra B (sentido Copel → Usina)					
Geração	Tipo da Falta	Valor da Falta	Elemento de Proteção	Função	Tempo de atuação (s)
Sem Geração	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	
				67PH2	Não atua
				67PH3	
			FT		RL1
		51N			
	RL2	51			
		51N			
	RL3	67PH1			
		67N1			
		67PH2	Não atua		
	67N2	Não atua			
	67PH3				
G1 ou G2	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	
				67PH2	Não atua
				67PH3	
			FT		RL1
		51N			
	RL2	51			
		51N			
	RL3	67PH1			
		67N1			
		67PH2	Não atua		
	67N2	Não atua			
	67PH3				
G1 e G2	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

	FT		RL1	67PH2	Não atua
				67PH3	
			RL2	51	
				51N	
			RL3	51	
				51N	
				67PH1	
				67N1	
				67PH2	Não atua
				67N2	Não atua
67PH3					

Tabela 53

Local da Falta: Barra C (sentido Copel → Usina)					
Geração	Tipo da Falta	Valor da Falta	Elemento de Proteção	Função	Tempo de atuação (s)
Sem Geração	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	
				67PH2	Não atua
				67PH3	
			FT		RL1
	51N				
	RL2	51			
	51N				
	RL3	67PH1			
		67N1			
		67PH2	Não atua		
67N2	Não atua				
67PH3					
G1 ou G2	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	
				67PH2	Não atua
				67PH3	
			FT		RL1
	51N				
	RL2	51			
	51N				
	RL3	67PH1			
		67N1			
		67PH2	Não atua		
67N2	Não atua				
67PH3					

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

G1 e G2	FFF		RL1	51	
			RL2	67	
			RL3	67PH1	
				67PH2	Não atua
				67PH3	
			FT		RL1
	51N				
	RL2	51			
		51N			
	RL3	67PH1			
		67N1			
		67PH2	Não atua		
			67N2	Não atua	
			67PH3		

Acrescentar quantas tabelas forem necessárias, lembrando de atualizar as numerações das tabelas subsequentes. Se forem utilizados mais elementos de proteção, acrescentar as linhas correspondentes na tabela conforme necessidade.

10. Quadro Geral – Tipos de Falta x Atuações de Proteção

Preencher tabela com os tipos de falta e quais funções de proteção do relé da usina irão atuar, independente do tempo. O objetivo desta tabela é avaliar se todas as faltas estão cobertas, ou seja, sensibilizam alguma função de proteção do relé da usina. Dependendo do que se verifique nesta análise, outras avaliações serão necessárias.

Atuação da Proteção			
Cenário de Geração	Local da Falta	Tipo da Falta	Funções que irão atuar
G1 e G2	Barra A	FFF	67, 27, 51V...etc
		FF	67, 51V, 46+37, 27, 78...etc
		FT	67N, 67, 51V, 27, 81df/dt...etc
		FTZ	67N
	Barra B	FFF	...
		FF	...
		FT	...
		FTZ	...
	Barra C	FFF	...
		FF	...
		FT	...
		FTZ	...
	Barra D	FFF	...
		FF	...
		FT	...
			...

MANUAL DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO PARA ACESSANTES DE GERAÇÃO

G1 e G2	Barra A	FTZ	...
		FFF	...
		FF	...
		FT	...
	Barra B	FTZ	...
		FFF	...
		FF	...
		FT	...
	Barra C	FTZ	...
		FFF	...
		FF	...
		FT	...
	Barra D	FTZ	...
		FFF	...
		FF	...
		FT	...
Sem Geração	Barra A	FTZ	...
		FFF	...
		FF	...
		FT	...
	Barra B	FTZ	...
		FFF	...
		FF	...
		FT	...
	Barra C	FTZ	...
		FFF	...
		FF	...
		FT	...
	Barra D	FTZ	...
		FFF	...
		FF	...
		FT	...
		FTZ	...

11. Conclusão

Apresentar as conclusões do estudo.