





NÃO MANOBRAR
ESTA CHAVE
COM CARGA



CUIDADO
RISCO DE CHOQUE
ELÉTRICO
GERAÇÃO PRÓPRIA



FUGANHOLI
0113





ATENÇÃO
PERIGO



NUNCA MANOBRAR O DISJUNTOR
SEM ÓLEO ISOLANTE

**ATENÇÃO**

NÃO ACIONAR O
DISJUNTOR SEM QUE
O RELÉ DE SUB-
TENSÃO ESTEJA
ENERGIZADO

**BEGHIM**
IND. e COM. S/A.

DISJUNTOR SÉRIE SOPRARC

TIPO PL 15C Nº **12835**

Tensão Nominal 17,5 KV 50/60Hz
Corrente Nominal 630 A
N.B.I 110 KV
Cap. de Inter. Nom. 350 MVA

CIRCUITOS AUXILIARES

RELÉ ABERTURA	220 V	60 Hz
RELÉ FECHAMENTO	220 V	60 Hz
RELÉ SUB-TENSÃO	220 V	60 Hz
MOTOREDUTOR	220 V	60 Hz

C.N.P.J. 61.145.843/0001-70 - I.E. 103.416.849.118
Indústria Brasileira

LIGA




DES-LIGA







MAQ POTÊNCIA EPP

Subestação de Energia

Empresa Certificada ISO 9001:2015 SMC

**ALTA
TENSÃO**



Atendimento:

☎ 11 4544-3130

✉ suporte@maqpotencia.com

• www.maqpotencia.com, clique em portal;



AMC
Energia





BEGHIM

IND. e COM. S/A.

DISJUNTOR SÉRIE SOPRARC

TIPO PL 15C

Nº

12835

Tensão Nominal

17,5 KV 50/60Hz

Corrente Nominal

630 A

N.B.I

Cap. de Inter. Nom.

110 KV

350 MVA

CIRCUITOS AUXILIARES

RELÉ ABERTURA

220

V

60

Hz

RELÉ FECHAMENTO

220

V

60

Hz

RELÉ SUB-TENSÃO

220

V

60

Hz

MOTOREDUTOR

220

V

60

Hz

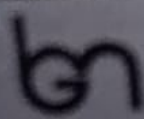
C.N.P.J. 61.145.843/0001-70 - I.E. 103.416.849.118
Indústria Brasileira



DISJUNTOR
ANTE

ATENÇÃO

NÃO ACIONAR O
DISJUNTOR SEM QUE
O RELÉ DE SUB-
TENSÃO ESTEJA
ENERGIZADO

 **BEGHIM**
IND. e COM. S/A

DISJUNTOR SÉRIE SOPRARC

TIPO PL 15C

Nº **12885**

Tensão Nominal 17,5 KV 50/60Hz

Corrente Nominal 630 A

N.B.I 110 KV

Cap. de Inter. Nom. 250 MVA

CIRCUITOS AUXILIARES

RELE ABERTURA		V		102
RELE FECHAMENTO		V		102
RELE SUB-TENSÃO		V		102
MOTOREDUTOR		V		102

ENTRADA DE ARS 2400000 00 - 100 000 000 110
Indústria Brasileira

ATENÇÃO

ADMONAR O
USUÁRIO SEM O
RELE DE SUB-
TENSÃO DEVEJA
SER REVISADO

REMP-GD

0.00

FUNÇÃO

K M

U

PARÂMETRO

UA - 6

RX TX

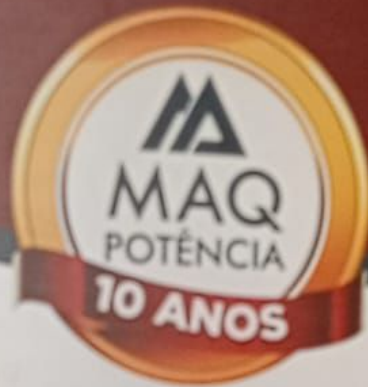
Trip

79V



0/N/AFD
51/N/G
32/37
67/N
81u/o
27/59/N
78/25
79V
74/98

RELPROT



MAQ POTÊNCIA EPP

Subestação de Energia

Empresa Certificada ISO 9001:2015 SMC

**ALTA
TENSÃO**

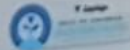


Atendimento:

☎ 11 4544-3130

✉ suporte@maqpotencia.com

• www.maqpotencia.com, clique em portal;



1. OBJETIVO

O presente memorial de cálculo tem por objetivo estabelecer os critérios utilizados para o ajuste do relé de proteção da cabine primária de medição na unidade do Instituto Federal de São Paulo, localizada na cidade de Piracicaba/SP.

2. REFERÊNCIAS

- Diagrama Unifilar Principal – Sistema Fotovoltaico IFSP PIRACICABA – 08/2022;
- Norma Técnica GED 15303 – Conexão de Micro e Minigeração Distribuída sob Sistema de Compensação de Energia Elétrica – CPFL Energia – 31/12/2020.
- Relatório de Curto-Circuito, Impedâncias e Ajustes CPFL – Elaborado pela REGM – Gerencia de Gestão de Ativos Investimento e Manutenção – 26/08/2022.

3. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A filosofia adotada nos cálculos de ajustes de proteção deve garantir que o sistema de proteção tenha as seguintes características operacionais:

- Ter sensibilidade adequada para interrupção de todos os defeitos nos circuitos protegidos;
- Sempre que possível ser seletiva de forma a se obter uma coordenação dos dispositivos de proteção em série e imunidade a transitórios no sistema elétrico;
- Ter rapidez operacional suficiente para evitar danos maiores nos circuitos protegidos;
- Garantir a segurança de pessoal e equipamentos.

A seguir são apresentadas as considerações adotadas para a elaboração deste estudo de proteção:

- Os cálculos de curto-circuito e os estudos de coordenação foram realizados utilizando o software PTW da SKM e as informações disponibilizadas pela concessionária de energia [2];
- Os ajustes do relé de proteção ou religador a ser instalado no ponto de conexão (lado Concessionária) não foram calculados neste documento. Considerou-se que o cálculo dos ajustes do religador são de responsabilidade da concessionária;

- Os ajustes foram definidos considerando que a unidade de proteção é um relé Pextron modelo 6100 5A 72...250 Vca / 353 Vcc. O esquema de ligação do relé está apresentado na Figura 1;
- O relé de proteção não será acessado remotamente.

O relé de proteção secundário Pextron 6100, será sensibilizado através de transformadores de corrente de relação 50 – 5 A, e atuará em casos de defeitos (sobrecargas ou curtos-circuitos), no disjuntor geral de média tensão instalado na cabine primária.

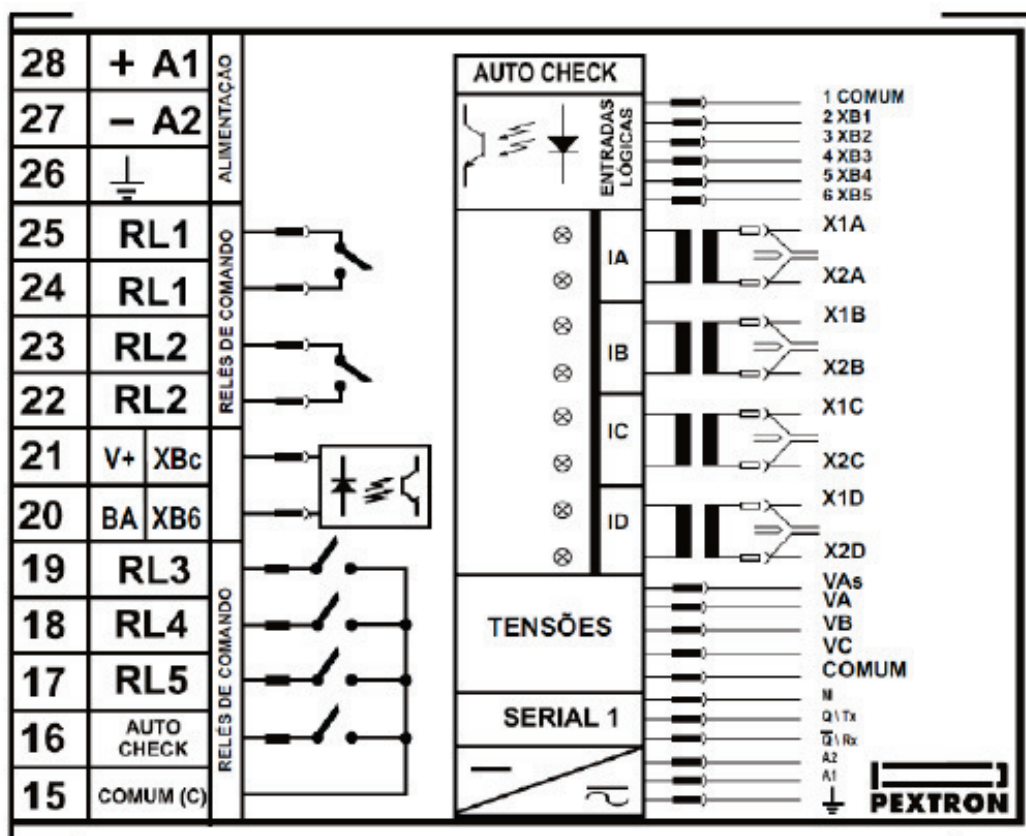


Figura 1 - Esquema de ligação do relé Pextron 6100

4. DADOS DO SISTEMA

As Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4 apresentam os dados da instalação, do disjuntor, de TC/TP e níveis de curto-circuito informados pela concessionária.

Tabela 1 - Dados da instalação

Parâmetro	Instalação IFSP
Tensão Nominal	11,4 kV
Frequência Nominal	60 Hz
Potência Instalada	600 kVA
Demanda contratada	140 kW

Tabela 2 - Dados do disjuntor geral de entrada

Parâmetro	DISJUNTOR
Fabricante	BEGHIM SOPRARC
Tensão Nominal	17,5 kV
Corrente Nominal	630 A
Capacidade ruptura	350 MVA

Tabela 3 - Níveis de curto-circuito na entrada da IFSP

Curto-circuito	Simétrico (A)	Assimétrico (A)
Trifásico	2944	3759
Bifásico	2549	3255
Monofásico	1575	2276
Monofásico (40 ohms)	166	169

Tabela 4 - Dados dos transformadores de instrumento

Parâmetro	TC	TP
Relação	50 – 5 A	11400/R3 – 115/R3 V
Exatidão	25VA/10P20 (10B100)	0,3P25

Conforme definido na REN ANEEL nº 482/2012, alterada pela REN ANEEL nº 687/2015:

“§1º A potência instalada da microgeração e da minigeração distribuída fica limitada à potência disponibilizada para a unidade consumidora onde a central geradora será conectada, nos termos do inciso LX, art. 2º da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. §2º Caso o consumidor deseje instalar central geradora com potência superior ao limite estabelecido no §1º, deve solicitar o aumento da potência disponibilizada, nos termos do art. 27 da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, sendo dispensado o aumento da carga instalada.”

Ou seja, nesse caso não é necessário que haja comprovação de carga compatível à demanda solicitada. Todavia, deverá ser contratada equivalente demanda com a potência a ser injetada.

Considerando a potência de injeção instalada será de 132 kW, a demanda contratada atende a resolução da ANEEL.

5. VERIFICAÇÃO DOS TRANSFORMADORES DE CORRENTE

Este item tem como objetivo apresentar os critérios de verificação da relação de transformação dos TC que alimentam o relé de entrada da planta.

Inicialmente deve-se verificar se as correntes primárias dos TC's são superiores as correntes nominais do sistema de modo a manter a faixa de precisão normatizada. Considerando que a demanda contratada é maior que a potência de geração fotovoltaica instalada, temos:

$$i = \frac{\text{demanda [W]}}{11.400 * \sqrt{3} * 0,92} = \frac{140000}{11.400 * \sqrt{3} * 0,92} = 7,7 \text{ A}$$

A corrente primária nominal calculada é de aproximadamente 8 A, portanto, os TC's com relação 50-5 A atendem ao critério da corrente nominal maior do que a corrente de carga.

Deve-se garantir que o TC não sature para as correntes de curto-circuito previstas. Desta forma, calcula-se para os enrolamentos de proteção as tensões máximas de saturação obtidas durante a falta e as comparam com a classe de exatidão. Para tais cálculos, os seguintes dados são necessários:

I_f = Corrente de falta simétrica referida ao lado secundário

I_n = Corrente nominal secundária

RTC = Relação de Transformação de Corrente

$Z_{burden} = R_L + R_{relé} + R_{tc}$ = Impedância total conectada no circuito secundário, onde:

R_L : Resistência ôhmica total do condutor

$R_{relé}$: Resistência do relé de proteção

R_{tc} : Resistência do enrolamento secundário do TC

Para o cálculo de R_L considerou-se:

$$R_L = \frac{R_m [\text{ohms/km}]}{1000} \times L (m)$$

L (m): comprimento total dos condutores que ligam os relés de proteção ao TC

R_m (ohms/km): Resistência máxima do condutor.

A resistência do condutor pode ser obtida no catálogo do fabricante. Caso não se tenha em mãos esse valor, pode-se utilizar os valores máximos apresentados na tabela a seguir:

Tabela 5 - Valores de impedância de fiação secundária dos circuitos de corrente

Bitola (mm ²)	R_m (ohms/km)
2,5	8,8661
4	5,5159

Nesta análise são considerados cabos de 4 mm² com comprimentos totais de 30 metros. Os comprimentos foram obtidos considerando que o relé e o TC estão instalados no mesmo compartimento da cabine primária. Desta forma temos:

$$R_L = \frac{R_m [\text{ohms/km}]}{1000} \times L (m) = \frac{5,5159}{1000} \times 30 = 0,17 \, \Omega$$

A resistência do relé de proteção é definida pelo fabricante. Considerou-se no presente estudo o valor de 0,01 ohms.

Para calcular a resistência do enrolamento normalmente é realizado uma estimativa em relação as espiras totais do transformador de corrente variável pela aplicação (proteção ou medição) e pela grandeza do número de espiras da seguinte forma:

Até 300 espiras no enrolamento secundário = 0,005 ohms/espira

Acima de 300 espiras = 0,0025 ohms/espira

No caso desta memória de cálculo, o valor da impedância do enrolamento secundário é 15 vezes 0,005, ou seja, 0,1 ohms.

Com os valores obtidos das impedâncias dos enrolamentos, da fiação e do relé de proteção, obtém-se a carga total conectada ao secundário. Aplicando-se a lei de Ohm com a corrente de curto-circuito simétrica referenciada ao secundário e com esta carga obtém-se a tensão máxima nos terminais do TC. As tensões máximas para cada TC são obtidas conforme a equação abaixo:

$$V_{sec} = \frac{I_{cc}}{RTC} \times Z_{burden} = \frac{2944}{10} \times (0,17 + 0,01 + 0,1) = 82,5 \text{ V}$$

Por norma, a classe de exatidão do TC deve ser maior que a tensão de saturação encontrada nos cálculos anteriores. De posse das justificativas apresentadas acima, a classe de exatidão para o enrolamento da proteção dos TC's deste empreendimento de 10B100 atende aos critérios. Considerando a classificação da norma IEC 60044, recomenda-se um TC com classe 10P20 25 VA.

O gráfico da Figura 2 abaixo mostra as correntes ideais e reais para o TC de relação 50-5 A classe 10P20 25 VA (10B100), frente a uma corrente de curto-circuito de 2944 A com assimetria de 1,28 ($X/R = 3$) e com um burden total de 0,3 ohms. Verifica-se que para o TC especificado não é esperado que ocorra saturação para a componente simétrica da corrente de curto-circuito, sendo que apenas no primeiro ciclo da corrente com máxima assimetria acontece erro de corrente devido a componente continua.

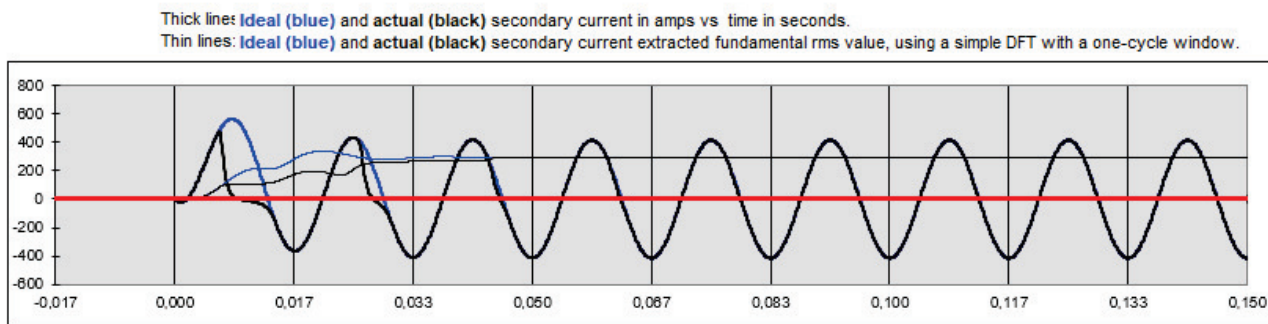
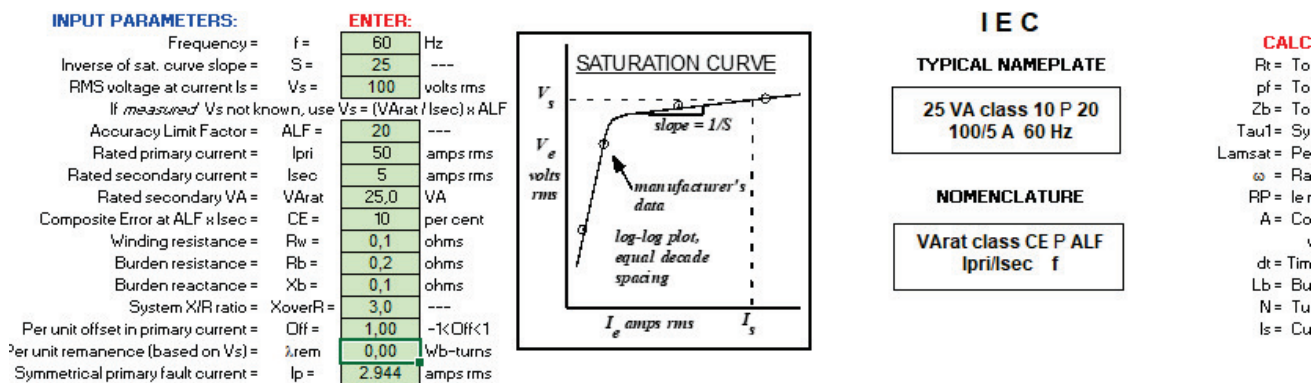


Figura 2 - Gráfico das correntes ideais e reais pelo TC especificado

6. DEFINIÇÃO DOS AJUSTES

Neste item apresenta-se a memória de cálculo para definição dos ajustes do relé de entrada Pextron 6100.

6.1 Cálculo da Corrente Nominal (In)

Para os valores de correntes nominais dos alimentadores foram considerados a demanda fora de ponta contratada, maior que a potência de geração instalada, e um fator de potência de 0,92.

$$I_n = \frac{\text{demanda [W]}}{11.400 * \sqrt{3} * 0,92} = \frac{140.0000}{11.400 * \sqrt{3} * 0,92} = 7,7 \text{ A}$$

6.2 Cálculo da Corrente de Magnetização (Imag)

Conforme diagrama unifilar, a subestação primaria alimenta 2 transformadores de potência 300 kVA, cuja potência somada chega a 600 kVA, ultrapassando a demanda contratada. Para efeitos de cálculo da maior corrente transitória de energização, será considerado a energização simultânea de ambos transformadores. Será adotado um fator de corrente de inrush de 8 vezes a corrente nominal:

$$I_{mag} = \frac{600 \text{ kVA}}{11.400 \text{ V} * \sqrt{3}} * 8 = 243 \text{ A}$$

6.3 Determinação dos Ajustes do relé de proteção

Para a determinação da direção das unidades 32 e 67/67N considerou-se a ligação de TC/TP no relé de modo a polarizá-lo com direção direta o consumo de energia pela planta (sentido Concessionária → IFSP) e reversa no sentido de exportação de energia (sentido IFSP → Concessionária).

A definição de quais funções de proteção serão habilitadas seguiu as recomendações do item 6.40 do documento *GED 15303 – Conexão de Micro e Minigeração Distribuída sob Sistema de Compensação de Energia Elétrica* [2], reproduzido na Tabela 6.

Tabela 6 - Ajustes de proteção para minigeração conecta ao sistema da CPFL Energia

PROTEÇÃO	Código ANSI	Potência Instalada (P), kW		
		$P \leq 75$	$75 < P \leq 500$	$500 < P \leq 5000$
Sub e Sobre tensão	27/59	X	X	X
Sub e Sobre frequência	81 U/O	X	X	X
Desequilíbrio de corrente	46	-	-	X
Desbalanço de tensão	47	-	-	X
Sobrecorrente direcional	67	-	X	X
Sobrecorrente c/ restrição de tensão	50V/51V	-	-	X
Sincronismo	25	X	X	X
Anti-ilhamento	-	X	X	X
Sobrecorrente	50/51	-	X	X
Sobrecorrente de neutro	50N/51N/51G	-	X	X
Sobre tensão de neutro	59N	-	X	X
Direcional de potência	32	-	X	X
Medição de ângulo de fase	78	-	X	X
Taxa de variação de frequência	81 df/dt	-	X	X

A proteção de sobrecorrente de fase e neutro foram coordenados com os ajustes de proteção informados pela concessionária [2] e reproduzidos na Tabela 7.

Tabela 7 - Ajuste da proteção de sobrecorrente da concessionária

Ajuste	Fase	Neutro	51 GS
Pickup	600 A	120 A	12 A
Curva	IEC MI	IEC NI	Tempo Definido
Dial	0,28	0,40	5 s
Instantâneo	4800 A	3840 A	NA

6.3.1 Unidade de sobrecorrente direcional de fase (ANSI 67)

O pickup da unidade 67 será ajustado para um valor de 105% da potência máxima da geração distribuída, respeitando o ajuste mínimo em 10% da corrente nominal do TC de proteção, com operação em tempo definido de 200 ms no sentido de injeção da geração distribuída na rede da concessionária:

$$Pickup_{67} = \frac{1,05 * Potencia_{GD} [W]}{11.400 * \sqrt{3} * 0,92} = \frac{1,05 * 132\,0000}{11.400 * \sqrt{3} * 0,92} = 7,8\,A$$

Curva: Tempo definido (FLAT)

Temporização: 0,20 segundos

Direcionalidade: Reversa (sentido IFSP → Concessionária)

Ângulo Característico: 45°

6.3.2 Unidade de sobrecorrente direcional de neutro (ANSI 67N)

Essa unidade pode trabalhar tanto com a corrente medida na entrada de neutro quanto realizar a soma das correntes de fase. Conforme projeto elétrico da cabine primária, o relé fará a medição da somatória dos TCs de fase na entrada de corrente de neutro IN-1 e, portanto, essa unidade trabalhará com a corrente medida. Essa condição deverá ser confirmada durante o comissionamento do sistema de proteção.

Para Curtos-circuitos na Rede da Concessionária:

Adotaremos 1/3 do ajuste da unidade temporizada de fase, desde que o valor não seja inferior a 10% da corrente nominal do TC, garantindo a precisão do mesmo.

$$Pick-up\,67N = 1/3 \times 7,6\,A = 2,5\,A < 10\% \text{ de } 50\,A \rightarrow Pickup = 5\,A.$$

A atuação da função direcional de neutro terá a mesma temporização da unidade de fase.

Curva: Tempo definido (FLAT)

Temporização: 0,20 segundos

Direcionalidade: Reversa (sentido IFSP → Concessionária)

Ângulo Característico: 45°

6.3.3 Função de Sobrecorrente de fase (ANSI 50/51)

O pickup da unidade será ajustado 10% acima demanda contratada. A curva e dial serão ajustados para coordenar com a proteção a montante.

$$Pickup_{51} = \frac{140\,kW}{11.400 * \sqrt{3} * 0,92} * 1,1 = 8,5\,A$$

Curva: IEC Muito Inversa

Dial: 0,8

Direcionalidade: Sem direcionalidade

Para a unidade instantânea o pickup estará 1,5 vezes acima do valor calculado da corrente de magnetização:

Pickup: $1,5 * 243 = 365 \text{ A}$

Tempo: instantâneo

Direcionalidade: Sem direcionalidade

6.3.4 Unidade de sobrecorrente de neutro (ANSI 50N/51N)

Adotaremos o critério de 1/3 do ajuste da unidade temporizada de fase, desde que o valor não seja inferior a 10% da corrente nominal do TC nem superior a 12 A, garantindo a coordenação com a concessionária:

Pick-up: $= 1/3 * 8,5 \text{ A} = 3 \text{ A} (< 5 \text{ A}) \rightarrow \text{Ajuste em } 5 \text{ A.}$

Curva: IEC Muito Inversa

Dial: 0,8

Direcionalidade: Sem direcionalidade

Para a unidade instantânea, o pickup será ajustado em 1/3 da unidade instantânea de fase:

Pickup: $1/3 * 365 = 120 \text{ A}$

Tempo: instantâneo

Direcionalidade: Sem direcionalidade

6.3.5 Unidade direcional de Potência (ANSI 32)

A unidade direcional de potência é ajustada em 105% da potência instalada dos geradores com temporização de 15 segundos.

Pick-up: $1,05 * 132 \text{ kW} = 140 \text{ kW}$

Tempo: 15 segundos

Direcionalidade: Reversa (sentido IFSP $\rightarrow$ Concessionária)

6.3.6 Proteção de sobretensão de neutro (ANSI 59N)

Como os transformadores da IFSP são de ligação delta para o lado da concessionária, habilitou-se a unidade de sobretensão de neutro para eliminar defeitos a terra do lado delta, os quais podem ser mantidos energizados pela geração distribuída. A unidade calcula a tensão de neutro a partir das medições das tensões de fase. A temporização será de 200 ms.

Pickup = 50% de V_n ($11,4/R3 \text{ kV} * 0,5 = 3,3 \text{ kV}$)

Temporização = 0,2 segundos

6.3.7 Proteção de subtensão (ANSI 27)

Considerou-se dois níveis de subtensão habilitados no ponto de conexão da geração distribuída. A unidade responde a menor tensão fase-fase medida pelo relé. A temporização das unidades seguirá o recomendado pela Tabela 6.

Pickup nível 1 = $0,85 * 11,4/R3 \text{ kV} = 5,595 \text{ kV}$ fase-neutro (85% de V_n)

Temporização nível 1 = 10 segundos

Pickup nível 2 = $0,70 * 11,4/R3 \text{ kV} = 4,607 \text{ kV}$ fase-neutro (70% de V_n)

Temporização nível 2 = 0,5 segundo

6.3.8 Proteção de sobretensão (ANSI 59)

Considerou-se dois níveis para a função de proteção de sobretensão. A unidade responde a maior tensão fase-fase medida pelo relé.

Pickup nível 1 = $1,1 * 11,4/R3 \text{ kV} = 7,24 \text{ kV}$ fase-neutro (110% de V_n)

Temporização nível 1 = 10 segundos

Pickup nível 2 = $1,2 * 11,4/R3 \text{ kV} = 7,90 \text{ kV}$ fase-neutro (120% de V_n)

Temporização nível 2 = 0,5 segundo

6.3.9 Proteção de subfrequência (ANSI 81U)

Seguindo as recomendações dos documentos de referencia [2], considerou-se dois níveis de subfrequencia habilitadas no ponto de conexão da geração distribuída:

Pickup nível 1 = 59,5 Hz

Temporização nível 1 = 10 segundos

Pickup nível 2 = 57,5 Hz

Temporização nível 2 = 0,2 segundo

6.3.10 Proteção de sobrefrequência (ANSI 81O)

Seguindo as recomendações dos documentos de referencia [2], considerou-se dois níveis habilitadas no ponto de conexão da geração distribuída:

Pickup nível 1 = 60,5 Hz

Temporização nível 1 = 10 segundos

Pickup nível 2 = 62 Hz

Temporização nível 2 = 0,2 segundo

6.3.11 Taxa de variação de frequência (ANSI 81R)

Adotou-se o valor de 1Hz/s com temporização de 2 segundos:

Pickup = 1,0 Hz/s

Temporização = 2 segundos

6.3.12 Proteção de anti-ilhamento (ANSI 78)

Essa proteção mede o deslocamento do ângulo (graus elétricos) de tensão de fase entre a rede elétrica e a geração distribuída. O salto vetorial é detectado através da verificação da diferença entre períodos de ciclos consecutivos de uma mesma fase de tensão para as três fases da rede elétrica. Caso o salto ultrapassa o valor de ajuste e o relé não estiver bloqueado por subtensão, ocorrerá desconexão da unidade.

Pickup = 10 graus

Temporização: instantâneo

Tensão máxima para bloqueio = 50% de Vn (3,3 kV F-N)

6.3.13 Tabela resumo dos ajustes do relé Pextron 6100:

Função	Descrição	Parâmetro	Ajuste
RTC FN	Relação do transformador de corrente de fase e neutro (calculado)	RTC Fase	10 (50 – 5 A)
RTC D	Relação do transformador de corrente da entrada D (GS – Neutro Medido)	RTC GS	10 (50 – 5 A)
RTP	Relação do transformador de potencial	RTP	99 (11400 – 115 V)
27-1	Subtensão nível 1	Tensão (V primário F-N)	5595
		Tempo (seg)	10
27-2	Subtensão nível 2	Tensão (V primário F-N)	4607
		Tempo (seg)	0,5
32	Direcional de potência (Sentido IFSP → Concessionária)	Potência Ativa (W)	140000
		Tempo (seg.)	15
		Direcionalidade	INVERSA
50/51	Sobrecorrente de fase	Pick-up (A primário)	8,5
		Curva	IEC MI
		Dial	0,8
		Direcionalidade	NÃO DIRECIONAL
		Instantâneo (A primário)	365
		Tempo (seg)	0
50N/51N	Sobrecorrente de neutro	Pick-up (A primário)	5
		Curva	IEC MI
		Dial	0,8
		Direcionalidade	NÃO DIRECIONAL
		Instantâneo (A primário)	120
		Tempo (seg)	0
59-1	Sobretensão de fase nível 1	Tensão (V primário F-N)	7240
		Tempo (seg)	10
59-2	Sobretensão de fase nível 2	Tensão (V primário F-N)	7900
		Tempo (seg)	0,5
59N	Sobretensão de neutro	Tensão (V primário F-N)	3300
		Tempo (seg)	0,2
67	Direcional de sobrecorrente de fase (Sentido UFSC → Concessionária)	Pick-up (A primário)	7,8
		Curva	FLAT
		Tempo (seg)	0,20
		Direcionalidade	INVERSA
		Ângulo (°)	45
67N	Direcional de sobrecorrente de neutro	Pick-up (A primário)	5

Função	Descrição	Parâmetro	Ajuste
	(Sentido UFSC → Concessionária)	Tempo (seg)	0,20
		Direcionalidade	INVERSA
		Ângulo (º)	45
78	Salto Vetorial	Angulo (º)	10
		Tensão Bloqueio (V F-N)	3300
81U (1)	Subfrequencia nível 1	Frequência (Hz)	59,5
		Tempo (seg)	10
81U (2)	Subfrequencia nível 2	Frequência (Hz)	57,5
		Tempo (seg)	0,2
81O (1)	Sobrefrequencia nível 1	Frequência (Hz)	60,5
		Tempo (seg)	10
81O (2)	Sobrefrequencia nível 2	Frequência (Hz)	62
		Tempo (seg)	0,2
81R	Taxa de variação da frequência	Variação ascendente (Hz/s)	1,0
		Variação descendente (Hz/s)	1,0
		Tempo ascendente (seg)	2,0
		Tempo descendente (seg)	2,0

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÃO

Para o sistema elétrico estudado, de modo geral, a seletividade e proteção dos componentes em caso de ocorrência de curtos-circuitos e sobrecargas, considerando-se a implantação dos ajustes recomendados neste estudo, proporcionam segurança e confiabilidade ao sistema.

7.2 RECOMENDAÇÕES E OBSERVAÇÕES

O inversor de frequência será o responsável pelo sincronismo com a rede da concessionária, permitindo o paralelismo somente com as grandezas medidas de tensão, frequência e ângulo estejam dentro da janela definida.

Recomenda-se a implantação dos ajustes definidos para a proteção do sistema elétrico associadamente a um rigoroso trabalho incluindo:

- Verificação da continuidade e adequação dos circuitos de proteção existentes (TCs / TPs – Relés – Pontos de atuação);
- Verificação da adequação na medição de direcionalidade do relé conforme adotado no estudo;
- Verificação da adequação dos circuitos CA/CC de alimentação do sistema de proteção;
- Rigoroso trabalho de comissionamento e testes dos circuitos de proteção de instalações novas;
- Aferição e calibração dos relés;
- Implantação dos ajustes;
- Aplicação de controle de acesso nos relés microprocessados;
- Teste e conferência de todas as entradas e saídas digitais programadas nos relés de proteção de modo a se certificar de que a programação dos mesmos está de acordo com o projeto funcional do painel.
- Recomenda-se a implantação de um sistema de registro e análise de ocorrências de perturbações / atuação das proteções, para subsidiar diagnósticos, soluções e otimização do sistema de proteção, incluindo:
 - Data / hora;
 - Localização – Área / SE / QD / MC;
 - Relé – Fabricante / tipo;
 - Ajustes atuais;

- Proteções atuadas;
- Ocorrência havida – curto-circuito, partida, parada, sobrecarga, sobre temperatura, distúrbio elétrico atmosférico, vibração, etc.

Recomenda-se a revisão deste estudo sempre que a configuração do sistema elétrico apresentar modificações significativas em relação à adotada neste relatório. As funções de proteção disponíveis nos relés de proteção e que não estão indicadas nas tabelas da seção 6 deste documento deverão ser bloqueadas.

Recomenda-se a revisão do estudo de seletividade e coordenação geral da IFSP uma vez que o ajuste do relé de entrada tenha sido aprovado pela concessionária.

Os coordenogramas das funções de sobrecorrente de fase (50/51) e neutro (50N/51N) encontram-se nas Figura 3 e Figura 4.

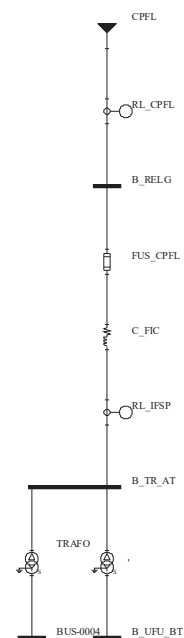
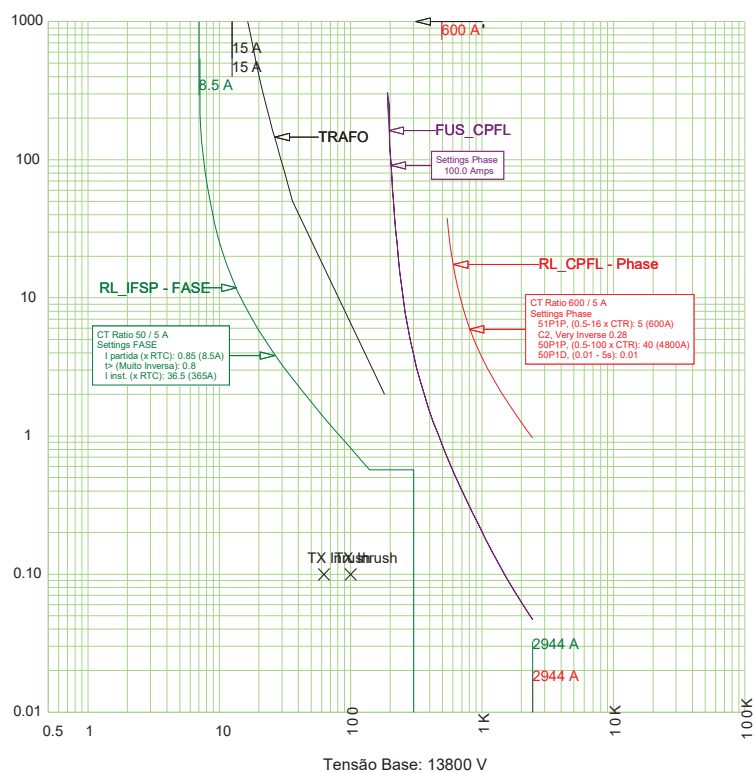


Figura 3 - COORDENOGRAMA DE FASE

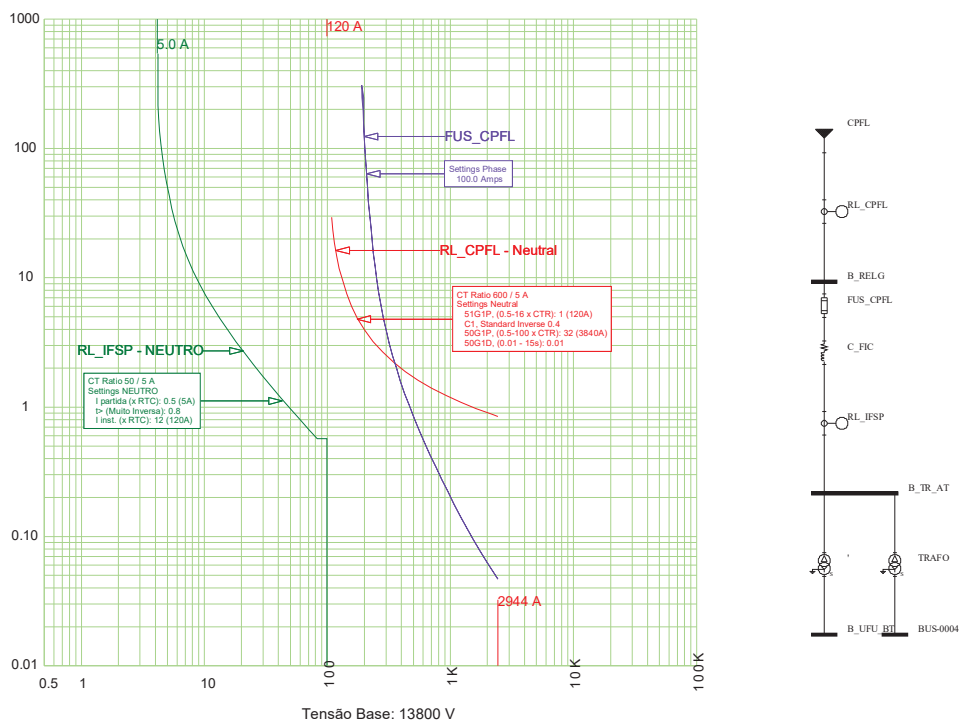
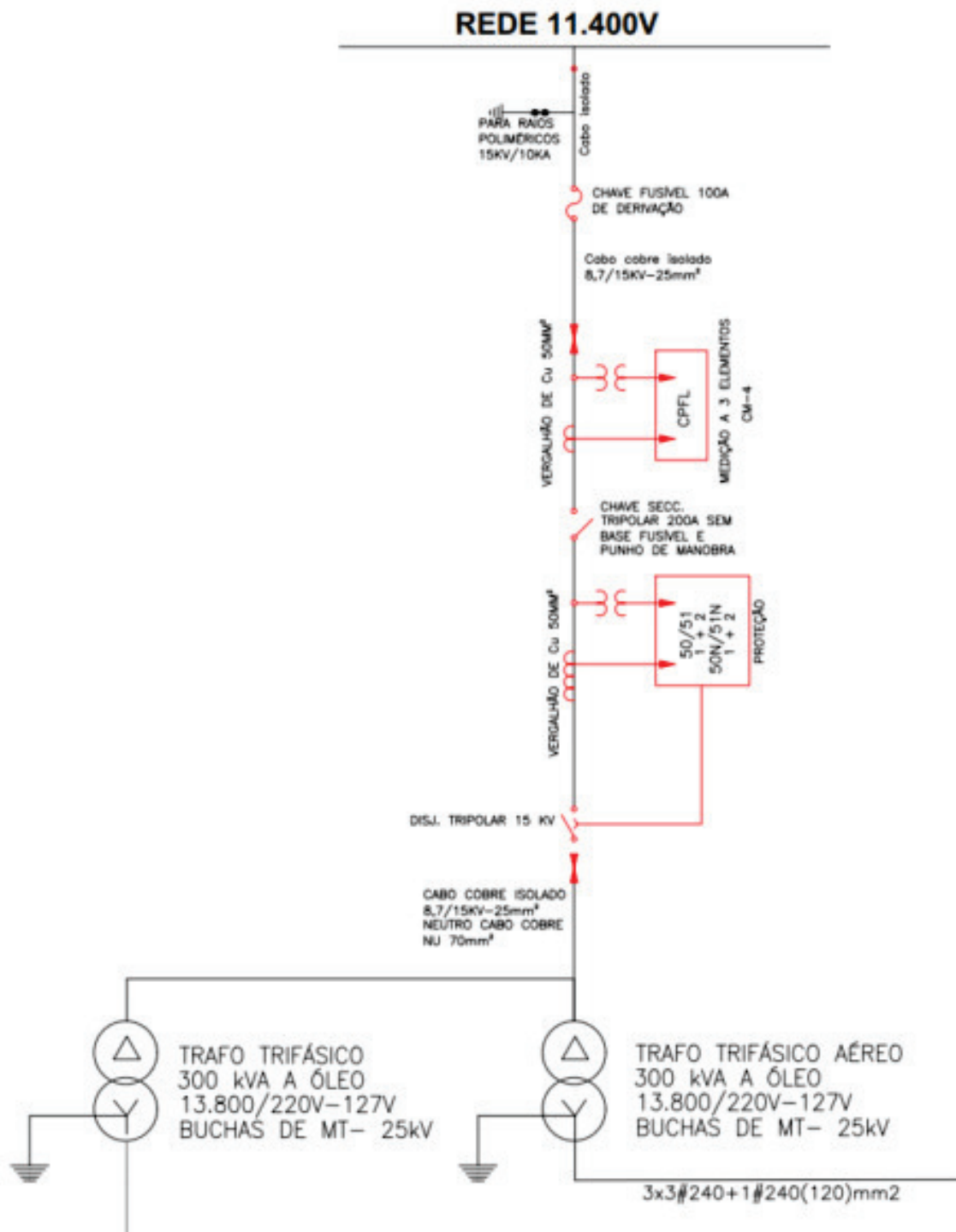


Figura 4 - COORDENOGRAMA DE NEUTRO

ANEXO

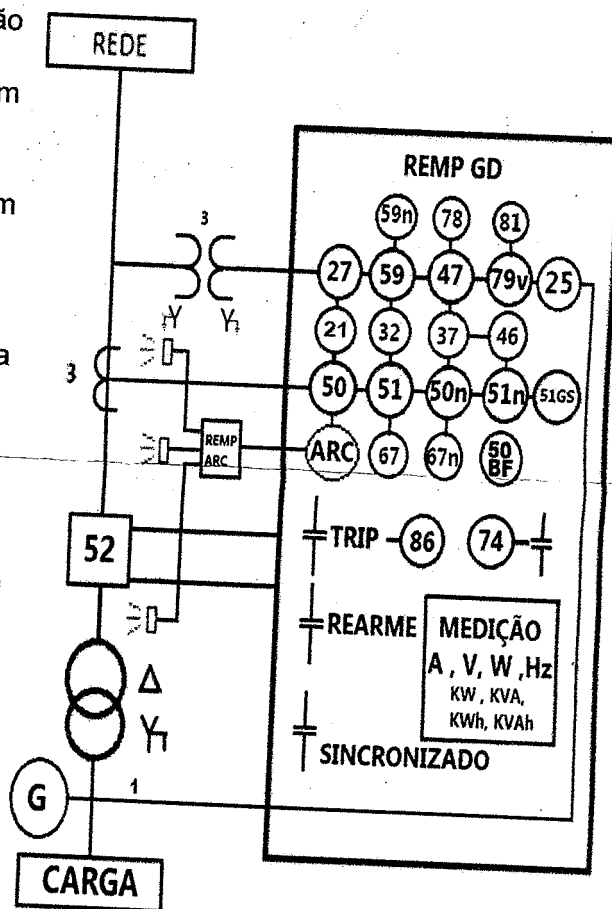
DIAGRAMA UNIFILAR – SETOR 11,4 kV



Manual resumido: RELÉ DE PROTEÇÃO REMP-GD

1 FUNÇÕES ANSI

- ANSI 50:** Relé de corrente com atuação instantânea trifásico.
- ANSI 50 AFD:** Relé de corrente com atuação instantânea trifásico com atuação por arco voltaico.
- ANSI 50N:** Relé de corrente com atuação instantânea de neutro.
- ANSI 51:** Relé de corrente com atuação temporizada a tempo inverso e tempo definido trifásico.
- ANSI 51N:** Relé de sobrecorrente com atuação temporizada a tempo inverso de neutro.
- ANSI 51GS:** Relé de sobrecorrente com atuação temporizada a tempo definido de fuga a terra.
- ANSI 67:** Relé de sobrecorrente direcional de fase com atuação temporizada e instantânea trifásico;
2 unidades: consumo e outra exportação.
- ANSI 67N:** Relé de corrente direcional de neutro com atuação temporizada e instantânea trifásico;
2 unidades: consumo e outra para exportação.
- ANSI 32:** Relé direcional de potência;
3 unidades: consumo, outra para exportação e outra para alívio de geração de exportação.
- ANSI 37:** Relé de subpotência.
- ANSI 86:** Relé de bloqueio.
- ANSI 21:** Relé direcional de impedância (distância).
- ANSI 46:** Relé de desbalanço de corrente.
- ANSI 27:** Relé de subtensão com operação a tempo definido trifásico. 2 unidades.
- ANSI 59:** Relé de sobretensão com operação a tempo definido trifásico. 2 unidades.
- ANSI 59N:** Relé de sobretensão em relação à terra com operação a tempo definido.
- ANSI 81u:** Relé de subfrequência com operação a tempo definido trifásico. 2 unidades.
- ANSI 81o:** Relé de sobrefrequência com operação a tempo definido trifásico. 2 unidades.
- ANSI 81dfdt:** Relé de derivada de frequências com operação a tempo definido trifásico.
- ANSI 78:** Relé de salto vetorial.
- ANSI 74:** Relé de supervisão da continuidade da bobina de abertura do disjuntor.
- ANSI 86:** Relé de bloqueio.
- ANSI 79V:** Lógica de rearme automático na falha de tensão.
- ANSI 47:** Relé de sequência de fase de tensão.
- ANSI 27-0:** Relé de subtensão de alimentação auxiliar.



2 SAÍDAS A RELÉS

Saída	Função Principal	Função Alternativa	Tipo
Relé 1	TRIP	TRIP	N.A.
Relé 2	TRIP	Close (CH1-4=ON)	N.A.
Relé 3	Autocheck	Autocheck / Falha B.A. (CH1-1=ON)	N.A. Armado
Relé 4	Autocheck	Autocheck / Falha B.A. (CH1-1=ON)	N.A.

2.1 Parâmetros de redirecionamento MS1, MS2, MS3, MS4:

Função	32/67/67N Consumo	86	37/46/32/67/67N Exportação	47/81/27/59/59N/78	25	79V	Falha relé	27-0
Índice	128	64	32	16	8	4	2	1
Padrão	1	0	0	0	0	0	0	1

Para o ajuste padrão **MS1** = 129.

2.2 50BF:

Função	Monitora RELÉ 4	Monitora RELÉ 3	Monitora RELÉ 2	Monitora RELÉ 1	TRIP 50BF RELÉ 4	TRIP 50BF RELÉ 3	TRIP 50BF RELÉ 2	TRIP 50BF RELÉ 1
Índice	128	64	32	16	8	4	2	1
Padrão	0	0	0	0	0	0	0	1

Para o ajuste padrão **50BF** = 0.

2.3 MNF:

Função	NF armado RELÉ 4	NF armado RELÉ 3	NF armado RELÉ 2	NF armado RELÉ 1
Índice	8	4	2	1
Padrão	0	0	0	0

Para o ajuste padrão **MNF** = 0.

3 ENTRADAS DE ESTADO BI

Entrada	Função principal	Descrição
BI1	52A	Estado do disjuntor NA
BI2	52B	Estado do disjuntor NF
BI3	Reset / Consulta Detector de arco	Reset / Consulta (50AFD = OFF) Detecção de arco voltaico (50AFD = ON)
BI4	Bloqueio ANSI 79V	Bloqueia ANSI 79v (SW1-4 = ON)

4 CHAVE DE CONFIGURAÇÃO INTERNA SW1

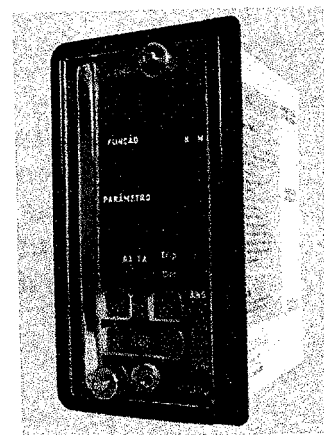
Chave	Função	ON	OFF
SW1-1	Sem função	-	-
SW1-2	Programação	Habilita	Desabilita
SW1-3	Sem função	-	-
SW1-4	<u>ANSI 79V</u>	Habilita	Desabilita

5 ACOMPANHA O PRODUTO:

5.1 MÓDULO ELETRÔNICO

O módulo eletrônico é extraível com cortocircuitador de T.C., vide manual.

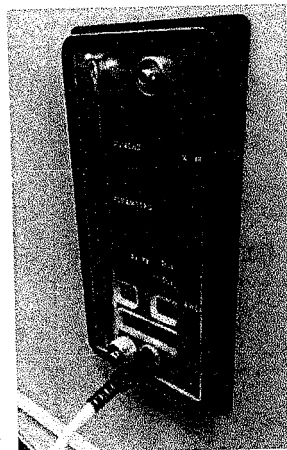
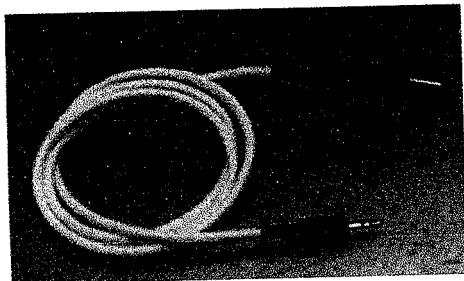
A inserção do módulo eletrônico do relé deve ser feita até a frontal do painel ficar aproximadamente 5mm adentro em relação a superfície da moldura frontal. A inserção incorreta do módulo eletrônico do relé pode causar mal funcionamento do mesmo.



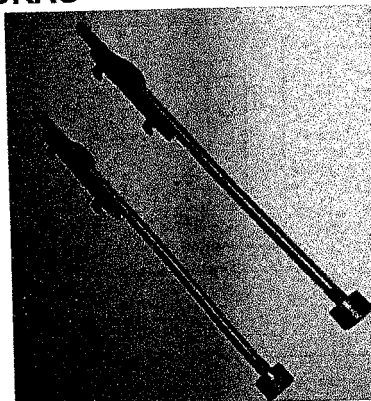
5.2 CABO ADAPTADOR USB/P2

Conexão ao conector P2 no painel frontal

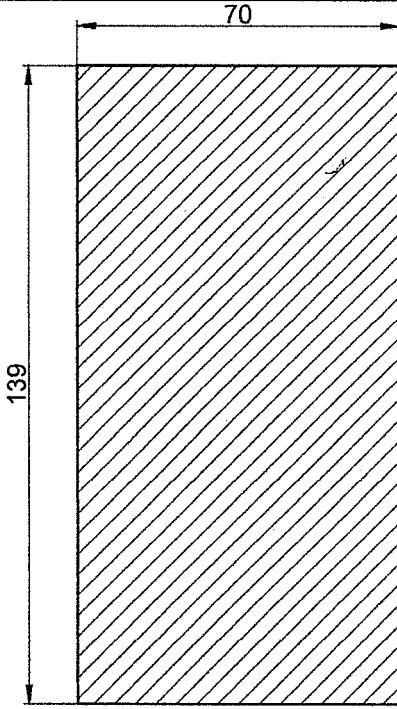
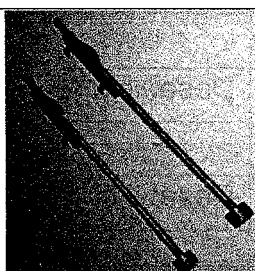
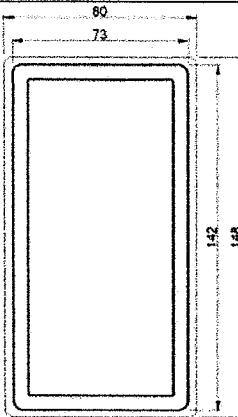
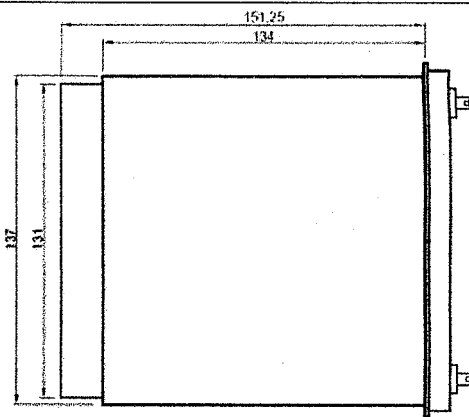
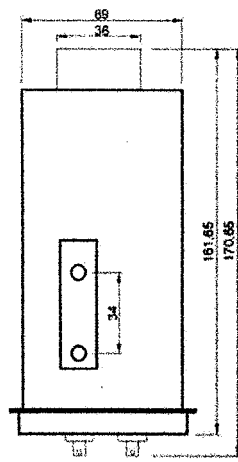
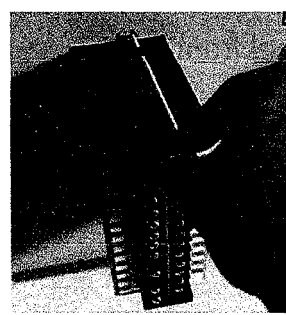
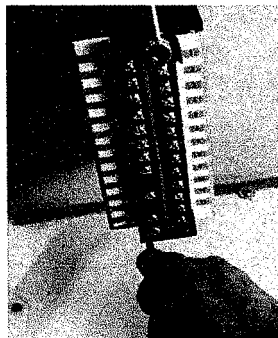
Serial para parametrização



5.3 PRESILHAS FIXADORAS

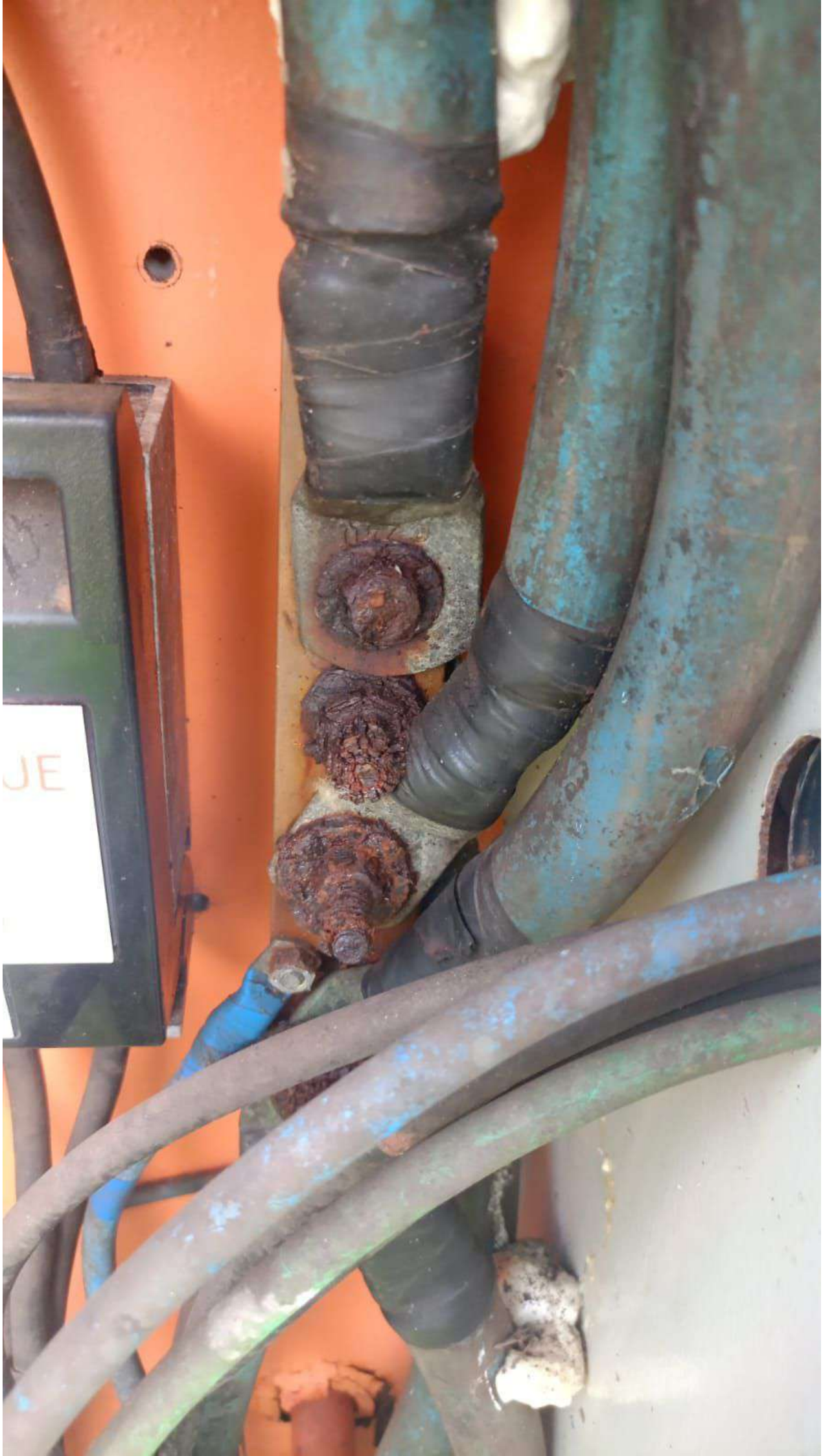


6 FIXAÇÃO DO RELÉ AO PAINEL

Fixação do rele ao painel		
	Localize às duas presilhas	
	Os dentes das presilhas encaixam nos furos da caixa do relé	Raso do painel 139 x 70 [mm]  • VISTA FRONTAL  • VISTA LATERAL ESQUERDA  VISTA SUPERIOR • Medidas dadas em [mm]
	Após o relé ser encaixado no painel encaixe a presilha superior nos furos e aperte manualmente	
	Repita o procedimento para a presilha inferior	









JNG®
DJM1-800L/3300
DISJUNTOR GASEO MOLDADA
CORRENTE NOMINAL
[In 800 A]
CAPACIDADE DE CURTO
AC 220V-600V
100KA-75KA
TENSÃO MÁXIMA 110KV
11 100 T3 1-50°C







NÃO DESLIGUE
BOMBA
INCÊNDIO

TEE
SECCIONADOR NH

JNG
DJM1-800L/3300

DISJUNTOR CAUSA SEQUELA
CORRENTE NOMINAL
1000 A
CAPACIDADE DE CURTO
AC 230V 400V
até 100kA 70kA
TENSÃO MÁXIMA Ue 500V
I_n 10In Ta +40°C

ON

OFF

STECK

STECK

STECK

STECK

Documento Digitalizado Público

ANEXOS do Estudo Técnico Preliminar (ETP) 12.2025

Assunto: ANEXOS do Estudo Técnico Preliminar (ETP) 12.2025
Assinado por: Ariane Lopes
Tipo do Documento: Anexo
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:
■ **Ariane Cristina Cordeiro Gazzi Lopes, DIRETOR(A) ADJUNTO(A) - CD4 - DAA-PRC**, em 26/08/2025 14:21:43.

Este documento foi armazenado no SUAP em 26/08/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 2152793
Código de Autenticação: 0e4b1390b2

