ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DEA-026-20

ESTUDO DE ENERGIA INCIDENTE EM INSTALAÇÕES ELÉTRICA DE ALTA E BAIXA TENSÃO PREDIAIS - SIRIUS

ATUALIZAÇÕES

DATA	REVISÃO	PÁGINAS ALTERADAS	ALTERAÇÕES EFETUADAS
25/10/2020	0		Emissão inicial

CNPEM - Campinas SP
Cel. (19) – 99914-8179
Autor: OSCAR VIGNA
oscar.vigna@cnpem.br

ÍNDICE

Sumário

1. ASSUNTO 3
2. OBJETIVO 3
3. ESCOPO 3
4. RESPONSABILIDADE DA PROPONENTE 3
5. RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA 3
6. RESPONSABILIDADE DA CONTRANTE 4
7. HORÁRIO DE TRABALHO 4
8. ANEXOS 4

1. ASSUNTO

Realização de Estudo de Energia Incidente por Arco Voltaico em Quadros e Equipamentos nas instalações elétricas do Sirius com determinação de categoria de vestimenta.

2. OBJETIVO

Contratação de consultoria técnica para realização do estudo acima.

3. ESCOPO

3.1. Revisar, atualizar e complementar Diagramas Unifilares das instalações.
3.2. Revisar e complementar levantamento de corrente de curto circuito existente.
3.3. Calcular a Energia Incidente por quadro, equipamento, instalação.
3.4. Determinar categoria de vestimenta por quadro, equipamento ou setor da instalação.
3.5. Os trabalhos deverão seguir, minimamente, as normas:
  3.5.1. IEEE 1584:2018 Guide for Performance Arc-Flash Hazard Calculations
  3.5.2. NFPA 70E: 2018 Standard for Electrical Safety in the Workplace
  3.5.3. NBR 16384:2020 – Segurança em Eletricidade - Recomendações e Orientações para Trabalho Seguro.
  3.5.4. NBR 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão.
  3.5.5. NBR 14039 – Instalações Elétricas em Média Tensão.
  3.5.6. NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.
3.6. Outras normas aplicadas deverão ser indicadas nos relatórios correspondentes.
3.7. Entregar as atualizações de diagramas em formato digital na mesma base fornecida, seguindo padrão de controle de revisões adotado pela CONTRATANTE.
3.8. Entregar os relatórios digitalizados e em uma cópia em papel, devidamente assinada com a identificação do profissional e respectivo registro no CREA-SP.
3.9. Entregar os arquivos com dados e informar software(s) utilizado(s) para os diversos cálculos,

4. RESPONSABILIDADE DA PROPONENTE

4.1. Visitar as instalações para avaliação e entendimento do escopo
4.2. Apresentar por escrito todas as dúvidas referentes à Esp. Técnica e aos trabalhos as serem realizados.
4.3. Apresentar proposta técnica e comercial detalhada.

5. RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA

5.1. Apresentar documentação de regularidade fiscal e trabalhista a ser solicitada pelo setor Comercial do CNPEM
5.2. Apresentar documentação completa dos colaboradores envolvidos em trabalhos no CNPEM solicitada pelo SESMT do CNPEM e participar de integração.
5.3. Seguir as Instruções e Normas de Segurança Interna do CNPEM.

5.4. Definir profissional para interlocução com CONTRATANTE.
5.5. Seguir orientações do Interlocutor da CONTRATANTE
5.6. Fornecer os EPIs necessários aos seus colaboradores.
5.7. Emitir Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) referente aos trabalhos realizados.

6. RESPONSABILIDADE DA CONTRANTE

6.1. Determinar profissional para interlocução com a CONTRATADA.
6.2. Disponibilizar acesso e acompanhar os colaboradores da CONTRATADA nas instalações.
6.3. Esclarecer todas as dúvidas e fornecer as informações necessárias para a realização dos trabalhos.
6.4. Avaliar e aprovar as entregas feitas pela CONTRATADA, sempre que atendido o especificado nesta ET.

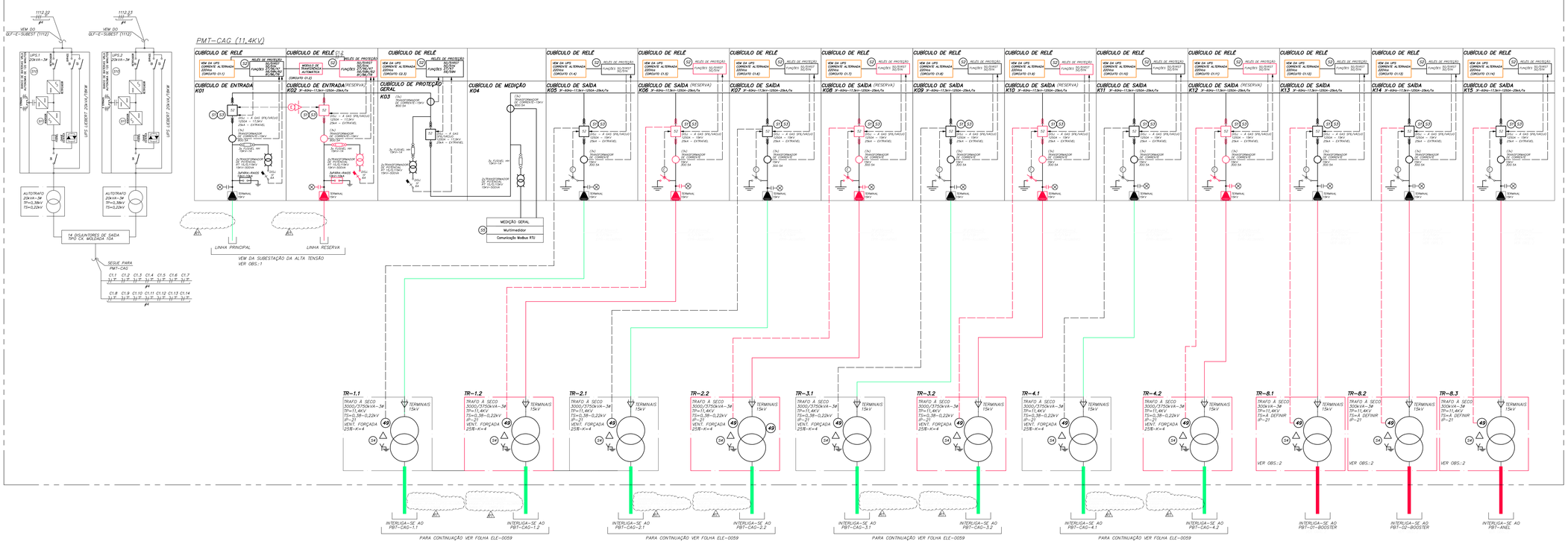
7. HORÁRIO DE TRABALHO

7.1. Os trabalhos em campo deverão ser executados em dias úteis (segunda à sexta-feira) das 8:00 – 17:00h.
7.2. Necessidades de horários extras deverão ser solicitadas com antecedência mínima de 48hs e deverão ser autorizadas pela CONTRATANTE.

8. ANEXOS

8.1. DES. R562-ELE-AB-DET-0055-R11 - DIAGRAMA UNIFILAR DE MÉDIA TENSÃO
8.2. DES. R562-ELE-AB-DET-0056-R16 - DIAGRAMA UNIFILAR GERAÇÃO À DIESEL
8.3. DES. R562-ELE-AB-DET-0057-R11 - DIAGRAMA UNIFILAR DE BAIXA TENSÃO PARTE 1
8.4. DES. R562-ELE-AB-DET-0058-R16 - DIAGRAMA UNIFILAR DE BAIXA TENSÃO PARTE 2
8.5. DES. R562-ELE-AB-DET-0059-R13 - DIAGRAMA UNIFILAR DE BAIXA TENSÃO PARTE 3
8.6. SIRIUS-CALIBRAGENS DE RELES_1450 – LUIS PASSOS – REVISÃO 0
8.7. DES. R562-SUB-PE-DES-0403-R04 - DIAGRAMA UNIFILAR ALTA TENSÃO
8.8. DES. R562-SUB-PE-DES-0404-R03 - CUBÍCULOS MT 11,4KV (UNIFILAR MT)
8.9. R562-SUB-PE-RT-0900-R00 - Estudo de Curto-Circuito
8.10. R562-SUB-PE-RT-0901-R00 - ESTUDO DE ARCO ELÉTRICO
8.11. R562-SUB-PE-RT-0902-R00 - RELATÓRIO DE IMPACTO DE HARMÔNICOS NO SIST. ELÉT.
8.12. R562-SUB-PE-RT-0903-R00 - Estudo de Seletividade

SUBESTAÇÃO ELÉTRICA – NÍVEL 614 – SALA DE MÉDIA TENSÃO



LEGENDA GERAL

SIMBOLOGIA	DENOMINAÇÃO
	TERMINAÇÃO TIPO MUFLAS USO INTERNO
	ISOLADOR CAPACITIVO COM INDICAÇÃO LUMINOSA DE PRESENÇA DE TENSÃO
	PÁRA–RAIO POLIMÉRICO USO INTERNO
	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
52	DISJUNTOR M.T. CORTE A VÁCUO OU SF6 – EXTRAÍVEL
	BASE E FUSÍVEL M.T. TIPO HH
	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE
	INTERTRAVAMENTO MECÂNICO
BF	BOBINA DE FECHAMENTO
M	MOTOREDUTOR
BA	BOBINA DE ABERTURA
	INTERTRAVAMENTO ELÉTRICO
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR
MGE	MULTIMEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS
	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS
	BARRAMENTO BLINDADO DE ALUMÍNIO
	INTERTRAVAMENTO MECÂNICO E ELÉTRICO

TABELA DE CÓDIGO DOS RELÉS

12	DISPOSITIVO DE SOBREVELOCIDADE
27	SUBTENSÃO DE ALIMENTAÇÃO AUXILIAR
47	SEQUÊNCIA DE FASE DE TENSÃO
49	TÉRMICO PARA TRANSFORMADOR
50	SOBRECORRENTE INSTANTÂNEO
50/51N	SOBRECORRENTE INSTANTÂNEO / SOBRECORRENTE TEMPORIZADO NO NEUTRO
51	SOBRECORRENTE TEMPORIZADO
50/51RST	SOBRECORRENTE INSTANTÂNEO / SOBRECORRENTE TEMPORIZADO NAS FASES
59	SOBRETENSÃO
62	RELÉ DE INTERRUPÇÃO OU ABERTURA TEMPORIZADA
78	RELÉ DE MEDIÇÃO DE ÂNGULO DE FASE / PROTEÇÃO CONTRA FALTA DE SINCRONISMO
81	SUB/SOBREFREQUÊNCIA
86	RELÉ AUXILIAR DE BLOQUEIO

LEGENDA DE CORES

- CATEGORIA 01 (CAT–01) ENERGIA PROVIDA DE UPS + GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 02 (CAT–02) ENERGIA PROVIDA DE UPS + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 03 (CAT–03) ENERGIA PROVIDA DE GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 04 (CAT–04) ENERGIA PROVIDA DA CONCESSIONÁRIA
- INSTALAÇÕES FUTURAS NÃO SERÃO EXECUTADAS NESTA ETAPA

LEGENDA DE PONTOS DE AUTOMAÇÃO

- S1 – MONITORAÇÃO DO STATUS ABERTO/FECHADO DO DISJUNTOR OU CHAVE (CONTATO SECO)
- S2 – MONITORAÇÃO DO RELÉ DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO DE GRANDEZAS ELÉTRICAS MÉDIA TENSÃO (PORTA SERIAL)
- S3 – MONITORAÇÃO DO STATUS DE TRIP DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S4 – MONITORAÇÃO DO STATUS DE ALARME DO RELÉ DE TEMPERATURA (CONTATO SECO)
- S5 – MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA, DEMANDA, FATOR DE POTÊNCIA NA PORTA SERIAL DO MEDIDOR
- S15 – MONITORAÇÃO DAS VARIÁVEIS DA UPS (INTERFACE SERIAL)
- S17 – MONITORAÇÃO DE FUNCIONAMENTO DO UPS

OBSERVAÇÕES:

1 – A SUBESTAÇÃO DE ALTA TENSÃO, NÃO FAZ PARTE DO ESCOPO DESTE PROJETO.
2 – OS TRANSFORMADORES, ASSIM COMO OS PBTS INDICADOS E RESPECTIVOS CABOS, ESTÃO FORA DO ESCOPO DESTE PROJETO. SERÃO DE RESPONSABILIDADE DO LNLS.

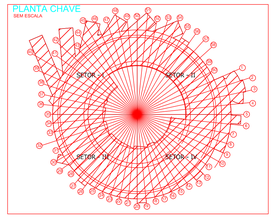
NOTAS :

1 – OS PAINÉIS GERAIS DE MÉDIA E BAIXA TENSÃO DEVEM OBEDECER ÀS ESPECIFICAÇÕES CONTIDAS NO MEMORIAL DESCRITIVO.
2 – TODAS AS CONEXÕES DOS CABOS DE MÉDIA TENSÃO COM OS PAINÉIS DEVERÃO SER EXECUTADAS UTILIZANDO TERMINAIS township.
3 – TODOS OS RELÉS DE PROTEÇÃO E COMPONENTES DOS DISJUNTORES DEVERÃO SER PARA TENSÃO DE 220Vca.
4 – DEVERÁ SER UTILIZADOS CABOS DE BITOLA 4mm2 PARA AS CONEXÕES ENTRE OS TC'S/TP'S E OS RELÉS.
5 – OS TC'S E TP'S DOS PAINÉIS DE MÉDIA TENSÃO DEVERÃO SER CONFIRMADOS, APÓS O ESTUDO DE DE SELETIVIDADE A SER EXECUTADO PELA INSTALADORA.
6 – O ESTUDO DE SELETIVIDADE E CURTO CIRCUITO, DEVERÃO SER DESENVOLVIDOS PELA INSTALADORA, DESDE A ALTA TENSÃO ATÉ A BAIXA TENSÃO, ANTERIORMENTE A EXECUÇÃO DOS PAINÉIS, EM FUNÇÃO DO FABRICANTE A SER DEFINIDO.
A INSTALADORA DE ELÉTRICA DEVERÁ UTILIZAR ESTE ESTUDO PARA CONFIRMAR TODOS OS CONDUTORES DE BAIXA E MÉDIA TENSÃO ASSIM COMO OS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO.
7 – OS DIAGRAMAS DE COMANDO DOS PAINÉIS DE MÉDIA / BAIXA TENSÃO, DEVERÃO SER EXECUTADOS PELA INSTALADORA EM CONJUNTO COM O FORNECEDOR DO SISTEMA, APÓS A DEFINIÇÃO DO MESMO.
8 – OS CONDUTORES DE MÉDIA TENSÃO SERÃO DE 8,7/15kV–EPR ALUMÍNIO – CONFORME NBR 6251.

PREMISSAS PARA DIMENSIONAMENTO DOS TRANSFORMADORES:

1 – FORAM DIMENSIONADOS 02 (DOIS) TRANSFORMADORES PARA CADA PBT (PAINEL DE BAIXA TENSÃO), SENDO QUE CADA TRANSFORMADOR ESTARÁ A 70% DA CAPACIDADE E POSSUIRÁ VENTILAÇÃO FORÇADA, PARA ATENDER 100% DO PBT EM CASO DE FALHA EM ALGUM TRANSFORMADOR.

PLANTA CHAVE
SEM ESCALA



Revisão Nº	Data	Aprovado	Descrição
00	22/07/2013	MAZELLI	EMISSÃO INICIAL
01	16/08/2013	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
02	18/10/2013	MAZELLI	COMENTÁRIOS/ATUALIZAÇÃO DE ARQUITETURA
03	29/11/2013	MAZELLI	ADEQUAÇÃO GERAL E ADITIVO DE HVAC
04	07/02/2014	MAZELLI	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS LNLS E EGC
05	29/06/2015	TEMON	EMISSÃO INICIAL
06	29/06/2015	TEMON	ENGENHARIA DE VALORES CONFORME CONTRATO
07	06/07/2015	TEMON	ADEQUAÇÃO PARA CARIMBO PADRÃO DA OBRA
08	30/10/2015	TEMON	CONFORME COMENTÁRIOS "RAC"
09	27/12/2017	TEMON	ATUALIZAÇÃO CONFORME REVISÃO DA MHA, CADASTRADO NO SIOP
10	09/05/2018	TEMON	PADRONIZAÇÃO DAS BITOLAS DOS CABOS, ENTRE OS PAINÉIS PMTs E OS TRAFOS TR–1.1 ao TR–7.2
11	28/11/2018	DENIS	AS–BUILT

AS BUILT
Declaramos que este desenho representa o serviço conforme efetivamente construído por esta empresa.
Engº Denis Cardoso Segura
Crea nº 0682544461–SP

Racional Engenharia

CNPEM – LNLS
Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10,000 Bairro Guará
Barão Geraldo, Campinas – SP

SIR - PROJETO SIRIUS

TEMON

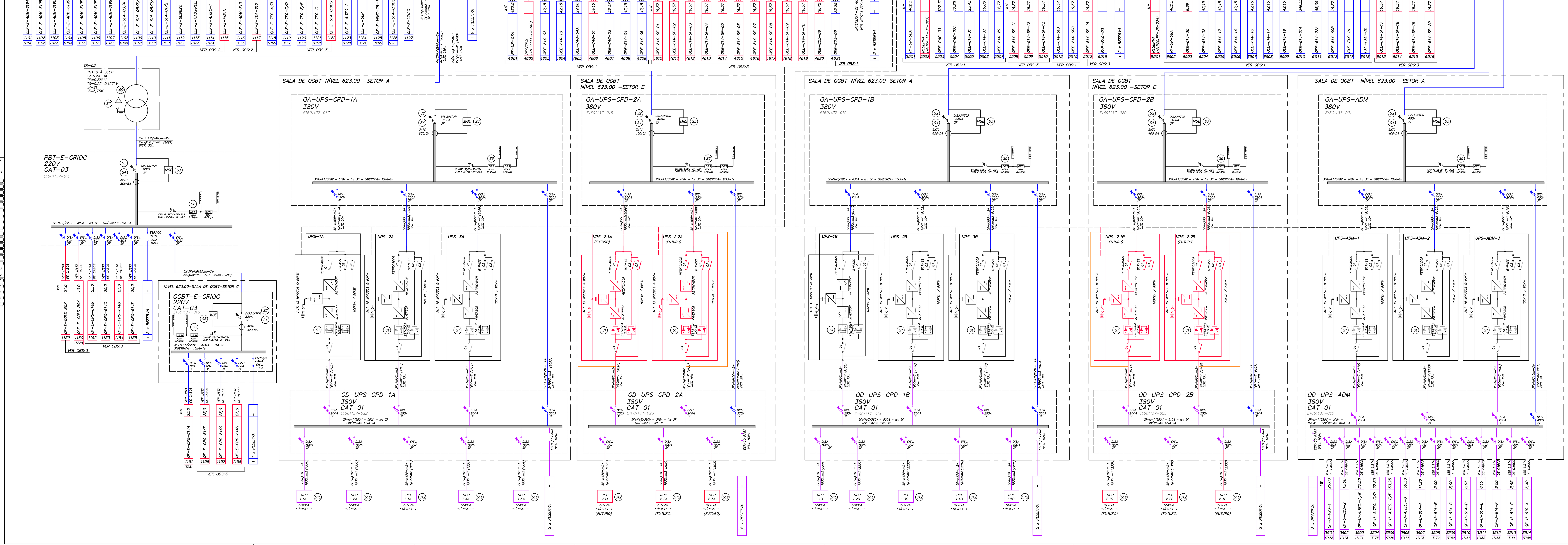
MHA

PROJETO AS-BUILT - ELÉTRICA

DIAGRAMA UNIFILAR DE MÉDIA TENSÃO

R562-ELE-AB-DET-0055-R11	CNPQ01	ELE
	SEM ESCALA	AB
07/2014	CNPQ01-ELE-PE-DET-0055-R04	A.A6	0055-R11

AO 1189 x 841 mm 1.00 m2



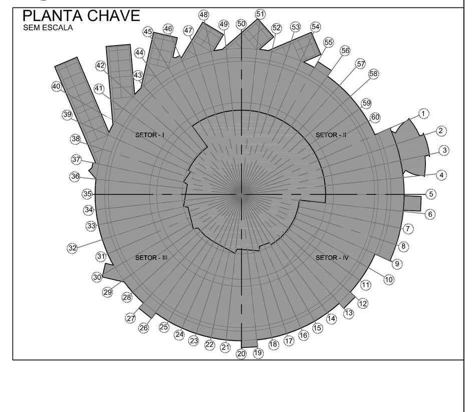
	LEGENDA GERAL
SIMBOLOGIA	DENOMINÇÃO
	DISJUNTOR TRIPOLAR
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR
MGE	MULTIMEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS
DPS	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS
	FUSÍVEL DIAZED
	BARRAMENTO BLINDADO DE ALUMÍNIO
	INTERTRAVAMENTO MECÂNICO E ELÉTRICO
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE
	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
	BARRA DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO
	BARRA DO CONDUTOR NEUTRO
	PONTO DE FORÇA

TABELA DE CÓDIGO DOS RELÉS	
12	DISPOSITIVO DE SOBREVELOCIDADE
27	SUBTENSÃO DE ALIMENTAÇÃO AUXILIAR
47	SEQUÊNCIA DE FASE DE TENSÃO
49	TÉRMICO PARA TRANSFORMADOR
50	SOBRECORRENTE INSTANTÂNEO
50/51N	SOBRECORRENTE INSTANTÂNEO / SOBRECORRENTE TEMPORIZADO NO NEUTRO
51	SOBRECORRENTE TEMPORIZADO
50/51RST	SOBRECORRENTE INSTANTÂNEO / SOBRECORRENTE TEMPORIZADO NAS FASES
59	SOBRETENSÃO
62	RELÉ DE INTERRUPÇÃO OU ABERTURA TEMPORIZADA
78	RELÉ DE MEDIÇÃO DE ÂNGULO DE FASE / PROTEÇÃO CONTRA FALTA DE SINCRONISMO
81	SUB/SOBREFREQUÊNCIA
86	RELÉ AUXILIAR DE BLOQUEIO

LEGENDA DE PONTOS DE AUTOMAÇÃO

- S1 MONITORAÇÃO DE FUNCIONAMENTO DO UPS INTERFACE SERIAL
- S2 MONITORAÇÃO DO STATUS ABERTO/FECHADO DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S3 MEDIÇÃO DE GRANDEZAS ELÉTRICAS– PORTA SERIAL DO MEDIDOR DIGITAL
- S4 MONITORAÇÃO DO STATUS DE TRIP DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S5 MONITORAÇÃO DO STATUS DO BANCO DE CAPACITOR
- S6 STATUS DE ATUAÇÃO DO DPS (CONTATO SECO)
- S7 MONITORAÇÃO DO STATUS DE ALARME DO RELÉ DE TEMPERATURA (CONTATO SECO)
- S8 MONITORAÇÃO DO STATUS DE ALARME DO GERADOR E MONITORAÇÃO DE DEFEITOS (INTERFACE SERIAL)
- S9 MONITORAÇÃO DA CHAVE DE TRANSFERÊNCIA ASCO (INTERFACE SERIAL)
- S10 MONITORAÇÃO DA POSIÇÃO DA CHAVE DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (CONTATO SECO)
- S11 MEDIÇÃO DO CONTROLE DE DEMANDA NA PORTA SERIAL DO MEDIDOR DIGITAL
- S12 MONITORAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO RPP (INTERFACE SERIAL)

PLANTA CHAVE
SEM ESCALA



LEGENDA DE CORES

- CATEGORIA 01 (CAT–01) ENERGIA PROVIDA DE UPS + GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 02 (CAT–02) ENERGIA PROVIDA DE UPS + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 03 (CAT–03) ENERGIA PROVIDA DE GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 04 (CAT–04) ENERGIA PROVIDA DA CONCESSIONÁRIA
- INSTALAÇÕES FUTURAS NÃO SERÃO EXECUTADAS NESTA ETAPA

NOTAS:

01–OS PAINEIS FORAM CONSTRUIDOS COM DIMENSÕES QUE PERMITAM SUA CONEXÃO AOS CABOS E BARRAMENTO BLINDADOS.

02–OS DPS's POSSUEM SINALIZAÇÃO VISUAL DE DEFEITO NA PARTE EXTERNA DOS PAINEIS E MONITORAMENTO À DISTÂNCIA DO FUNCIONAMENTO DO MESMO.

03–OS CONDUTORES DE BAIXA TENSÃO FASE E NEUTRO SÃO DE 0,6/1kV – CONFORME NBR 13248.

04–OS CONDUTORES DE PROTEÇÃO SÃO DE 750V – CONFORME NBR 13248.

05–TODOS OS BARRAMENTOS BLINDADOS SÃO DE ALUMÍNIO.

06–O DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES PARA PROTEÇÃO DOS QUADROS DE MOTORES FOI BASEADO CONSIDERANDO TEMPO DE PARTIDA DE 5s.

OBSERVAÇÕES:

1–OS QUADROS INDICADOS SERÃO FORNECIDOS E INSTALADOS PELO INSTALADOR DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO.

2–OS QUADROS INDICADOS FAZEM PARTE DO FASEAMENTO CIVIL, A INSTALAÇÃO DESTES NÃO É ESCOPO DESTA ETAPA.

3–O QUADRO INDICADO DEVERÁ TER O PROJETO FORNECIDO PELO LNLS, APÓS A DEFINIÇÃO E LOCAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E DEVERÁ SER CONFIRMADO OS RESPECTIVOS DADOS ELÉTRICOS (POTÊNCIA, TENSÃO E CORRENTE).

PREMISSAS PARA DIMENSIONAMENTO DOS GERADORES:

01– OS GRUPOS GERADORES FORAM DIMENSIONADOS PARA ATENDER AS CARGAS RELACIONADAS ABAIXO:

- 30% DA ILUMINAÇÃO DAS ÁREAS COMUNS;
- 100% DA ILUMINAÇÃO DO TÚNEL;
- 100% DAS ÁREAS TÉCNICAS E ACESSOS PRINCIPAIS;
- BOMBAS DE HIDRÁULICA;
- CRIOGENIA;
- 3 CHILLERS;
- HEAT RECOVERY;
- CIRCUITOS PRIMÁRIOS DE ÁGUA;
- EXAUSTÃO DE GASES – LINHAS DE LUZ;
- FANCOILS DO TÚNEL;
- CPD's 1 E 2;
- SISTEMAS ELETRÔNICOS (CFTV, CONTROLE DE ACESSO, SEGURANÇA, AUTOMAÇÃO, TELECOM);

Revisão N°	Data	Aprovado	Descrição
00	22/07/2013	MAZELLI	EMISSÃO INICIAL
01	16/08/2013	MAZELLI	REVISÃO GERAL
02	18/10/2013	MAZELLI	COMENTÁRIOS/ATUALIZAÇÃO DE ARQUITETURA
03	29/11/2013	MAZELLI	ADEQUAÇÃO GERAL E ADITIVO DE HVAC
04	12/12/2013	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
05	07/02/2014	MAZELLI	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS LNLS E EGC
06	09/06/2014	MAZELLI	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS LNLS
07	29/06/2015	TEMON	EMISSÃO INICIAL
08	29/06/2015	TEMON	ENGENHARIA DE VALORES CONFORME CONTRATO
09	06/07/2015	TEMON	ADEQUAÇÃO PARA CARIMBO PADRÃO DA OBRA
10	30/10/2015	TEMON	CONFORME COMENTÁRIOS "RAC"
11	09/06/2017	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
12	21/06/2017	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
13	22/09/2017	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
14	29/12/2017	TEMON	ATUALIZAÇÃO CONFORME REVISÃO DA MHA, CADASTRADO NO SADP
15	26/01/2019	DENIS	AS-BUILT
16	31/05/2019	DENIS	ALTERAÇÃO TAG'S DOS CHILLERS E ACRÉSCIMO FAP-FACs

AS BUILT

Declaramos que este desenho representa o serviço conforme efetivamente construído por esta empresa.

Engº Denis Cardoso Segura
Crea nº 0682544461-SP

Racional

Empreendimento
CNPEM Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
LNLS Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

SIR - PROJETO SIRIUS

CNPEM - LNLS
Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000 Bairro Guará
Barão Geraldo, Campinas - SP

Projeto
TEMON

MHA Engenharia Ltda
Av. Maria Coelho Aguiar 215
Bloco F 8° Andar
Centro Empresarial de São Paulo
(05805–000) São Paulo SP
Tel.(011)3747 7711 FAX (011)3747 7700
http://www.mha.com.br

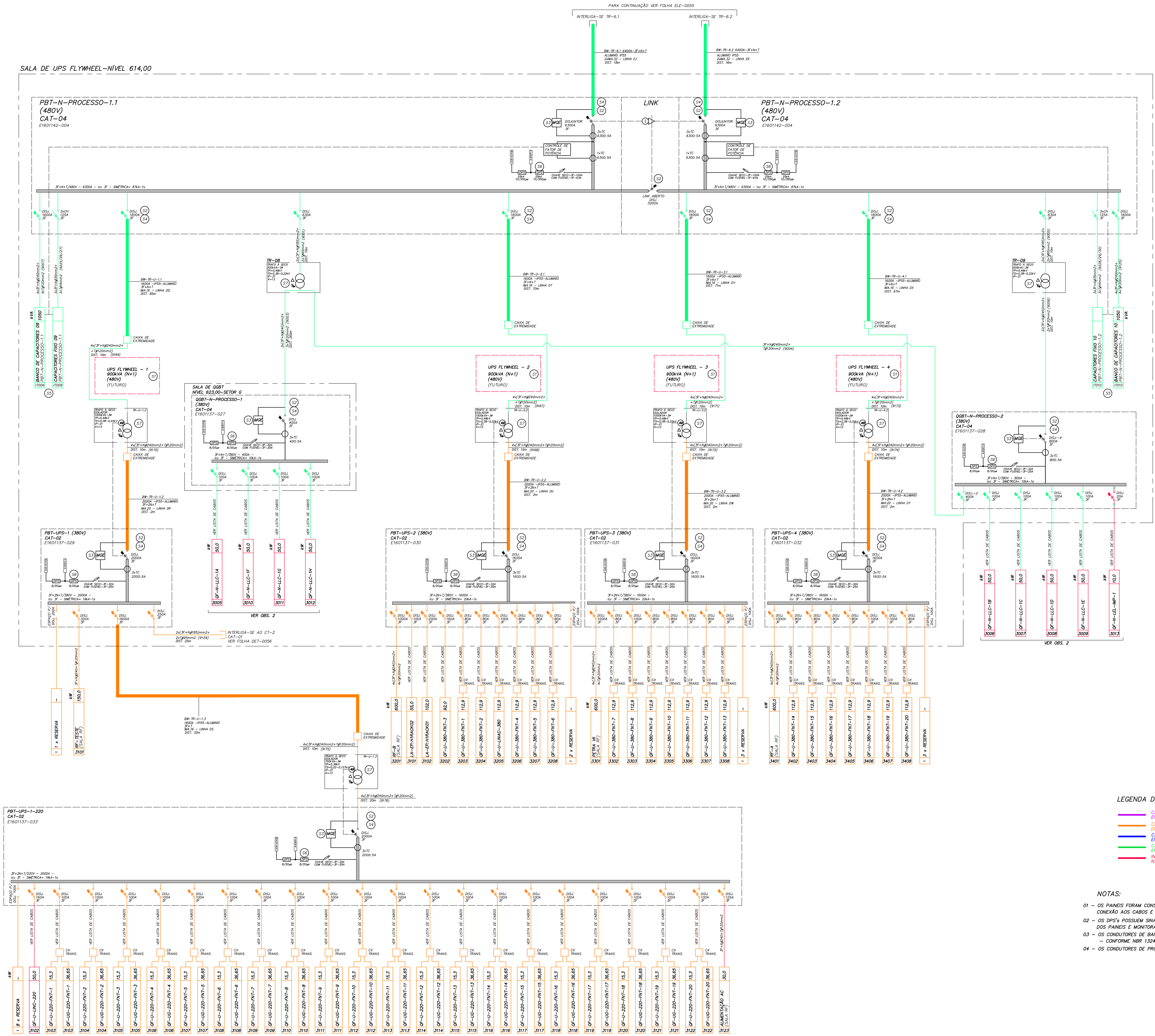
Etapa
PROJETO AS-BUILT - ELÉTRICA

Título
DIAGRAMA UNIFILAR DE GERAÇÃO À DIESEL

Codificação do documento (Arquivo CAD): R562-ELE-PE-DET-0056-R16
Nº Cliente/Emp.: CNP001
Escala: INDICADA
Data: 09/2017
Codificação do Cliente / Projetista: CNP001–ELE–PE–DET–0056–R09
Elaborado por: N.G.

ELE
AB
Número do desenho
0056–R16

A0along2 1559 x 841 mm 1.31 m2



	LEGENDA GERAL
SIMBOLOGIA	DENOMINÇÃO
	DISJUNTOR TRIPOLAR
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR
MGE	MULTIMEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS
DPS	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS
	FUSÍVEL DIAZED
	BARRAMENTO BLINDADO DE ALUMÍNIO
E	INTERTRAVAMENTO MECÂNICO E ELÉTRICO
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE
	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
TERRA	BARRA DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO
NEUTRO	BARRA DO CONDUTOR NEUTRO

TABELA DE CÓDIGO DOS RELÉS	
49	TÉRMICO PARA TRANSFORMADOR

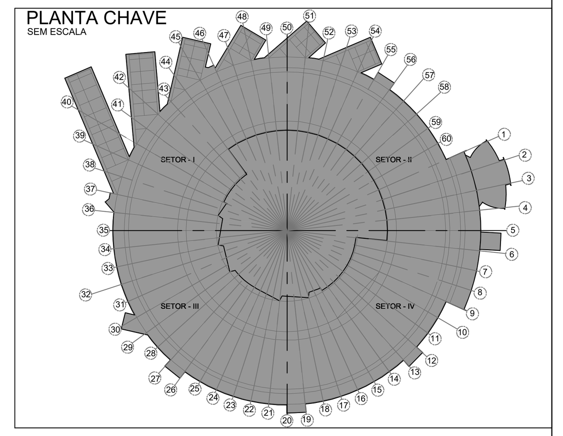
LEGENDA DE PONTOS DE AUTOMAÇÃO

- S1 MONITORAÇÃO DE FUNCIONAMENTO DO UPS INTERFACE SERIAL
- S2 MONITORAÇÃO DO STATUS ABERTO/FECHADO DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S3 MEDIÇÃO DE GRANDEZAS ELÉTRICAS– PORTA SERIAL DO MEDIDOR DIGITAL
- S4 MONITORAÇÃO DO STATUS DE TRIP DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S5 MONITORAÇÃO DO STATUS DO BANCO DE CAPACITOR
- S6 MONITORAÇÃO DE ATUAÇÃO DO DPS (CONTATO SECO)
- S7 MONITORAÇÃO DO STATUS DE ALARME DO RELÉ DE TEMPERATURA (CONTATO SECO)

OBSERVAÇÕES:

01 – O QUADRO INDICADO DEVERÁ TER O PROJETO FORNECIDO PELO LNLS, APÓS DEFINIÇÃO E LOCAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS, E DEVERÃO SER CONFIRMADOS OS RESPECTIVOS DADOS ELÉTRICOS (POTÊNCIA, TENSÃO, PROTEÇÕES E CABOS ALIMENTADORES).

PLANTA CHAVE
SEM ESCALA



Revisão N°	Data	Aprovado	Descrição
00	22/07/2013	MAZELLI	EMISSÃO INICIAL
01	15/08/2013	MAZELLI	REVISÃO GERAL
02	18/10/2013	MAZELLI	COMENTÁRIOS/ATUALIZAÇÃO DE ARQUITETURA
03	29/11/2013	MAZELLI	ADEQUAÇÃO GERAL E ADITIVO DE HVAC
04	29/06/2015	TEMON	EMISSÃO INICIAL
05	29/06/2015	TEMON	ENGENHARIA DE VALORES CONFORME CONTRATO
06	06/07/2015	TEMON	ADEQUAÇÃO PARA CARIMBO PADRÃO DA OBRA
07	30/10/2015	TEMON	CONFORME COMENTÁRIOS "RAC"
08	22/09/2017	MAZELLI	REVISADO ONDE INDICADO
09	02/01/2018	TEMON	ATUALIZAÇÃO CONFORME REVISÃO DA MHA, CADASTRADO NO SADP
10	26/01/2019	DENIS	AS-BUILT
11	31/05/2019	DENIS	ACRÉSCIMO DOS PAINÉIS DA SALA DE RÁDIO FREQUÊNCIA

LEGENDA DE CORES

- CATEGORIA 01 (CAT–01) ENERGIA PROVIDA DE UPS + GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 02 (CAT–02) ENERGIA PROVIDA DE UPS + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 03 (CAT–03) ENERGIA PROVIDA DE GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 04 (CAT–04) ENERGIA PROVIDA DA CONCESSIONÁRIA
- INSTALAÇÕES FUTURAS NÃO SERÃO EXECUTADAS NESTA ETAPA

NOTAS:

01 – OS PAINEIS FORAM CONSTRUÍDOS COM DIMENSÕES QUE PERMITAM SUA CONEXÃO AOS CABOS E BARRAMENTO BLINDADOS.

02 – OS DPS's POSSUEM SINALIZAÇÃO VISUAL DE DEFEITO NA PARTE EXTERNA DOS PAINEIS E MONITORAMENTO À DISTÂNCIA DO FUNCIONAMENTO DO MESMO.

03 – OS CONDUTORES DE BAIXA TENSÃO FASE E NEUTRO SÃO DE 0,6/1kV – CONFORME NBR 13248.

04 – OS CONDUTORES DE PROTEÇÃO SÃO DE 750V – CONFORME NBR 13248.

AS BUILT

Declaramos que este desenho representa o serviço conforme efetivamente construído por esta empresa.

Engº Denis Cardoso Segura
Crea nº 0682544461-SP

Racional

Empreendimento
CNPEM Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
LNLS Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

SIR - PROJETO SIRIUS

CNPEM - LNLS
Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000 Bairro Guará
Barão Geraldo, Campinas - SP

Projeto
TEMON

MHA Engenharia Ltda
Av. Maria Coelho Aguiar 215
Bloco F 8° Andar
Centro Empresarial de São Paulo
(05805-000) São Paulo SP
Tel.(011)3747 7711 FAX (011)3747 7700
http://www.mha.com.br

Etapa
PROJETO AS-BUILT - ELÉTRICA

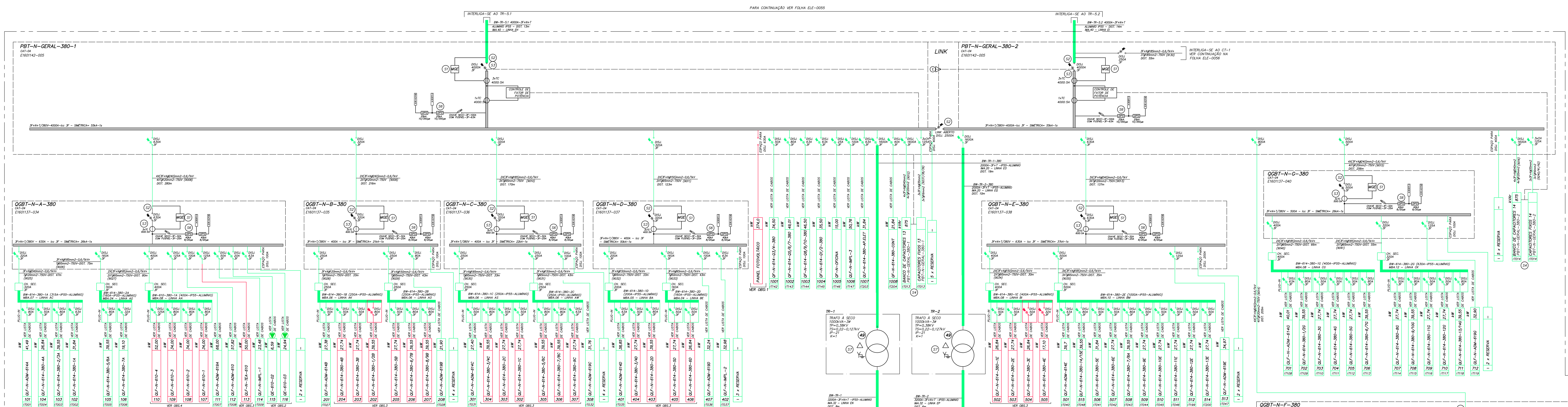
Título
DIAGRAMA UNIFILAR DE BAIXA TENSÃO
PARTE 1

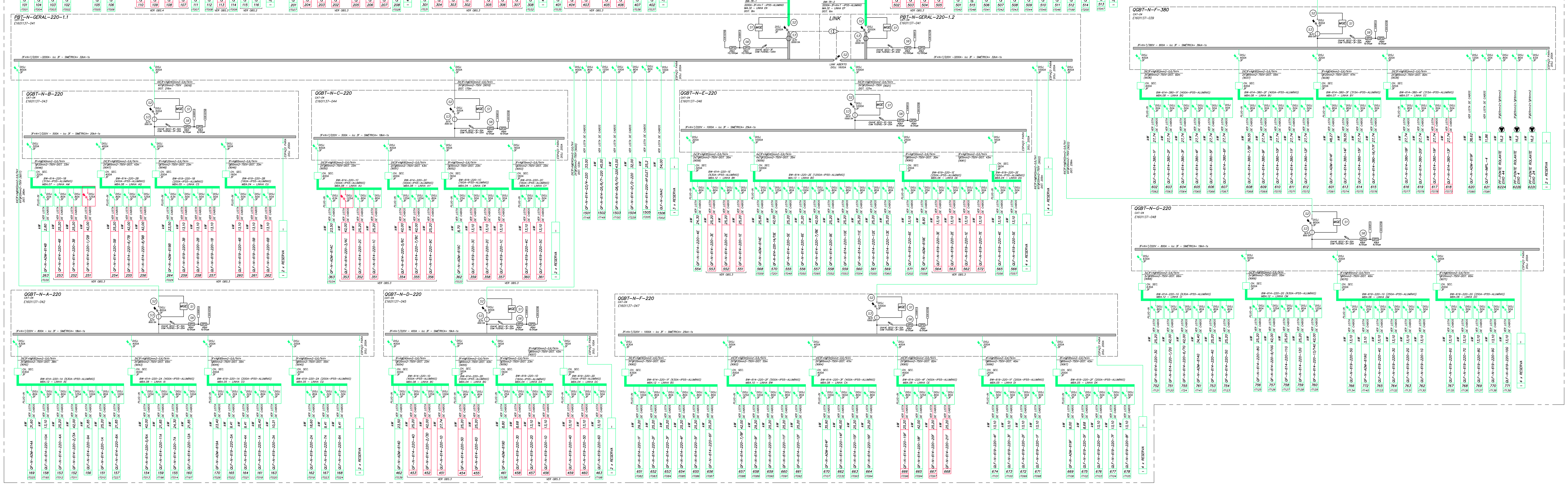
Codificação do documento (Arquivo CAD)	Nº Cliente/Emp.
R562-ELE-AB-DET-0057-R11	CNP001
	Escala: SEM ESCALA

Data	Codificação do Cliente / Projetista	Elaborado por
09/2017	CNP001–ELE–PE–DET–0057–R04	N.G.

ELE
AB
Número do desenho
0057–R11

A0 1189 x 841 mm 1.00 m2





NOTAS:

01 – OS PAINEIS FORAM CONSTRUIDOS COM DIMENSÕES QUE PERMITAM SUA CONEXÃO AOS CABOS E BARRAMENTO BLINDADOS.

02 – OS DPS's POSSUIEM SINALIZAÇÃO VISUAL DE DEFEITO NA PARTE EXTERNA DOS PAINEIS E MONITORAMENTO À DISTÂNCIA DO FUNCIONAMENTO DO MESMO.

03 – OS CONDUTORES DE BAIXA TENSÃO FASE E NEUTRO SÃO DE 0,6/1kV – CONFORME NBR 13248.

04 – OS CONDUTORES DE PROTEÇÃO SÃO DE 750V – CONFORME NBR 13248.

05 – TODOS OS BARRAMENTOS BLINDADOS DEVERÃO SER DE ALUMÍNIO.

06 – OS PAINÉIS GERAIS DE BAIXA TENSÃO DEVEM OBEDECER ÀS ESPECIFICAÇÕES CONTIDAS NO MEMORIAL DESCRITIVO.

07 – O DIMENSIONAMENTO DO BANCO DE CAPACITORES AUTOMÁTICO PARA OS PBT'S, TEVE UM FATOR DE POTÊNCIA FINAL DE 0,95.

08 – O DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES PARA PROTEÇÃO DOS QUADROS DE MOTORES FOI BASEADO CONSIDERANDO TEMPO DE PARTIDA DE 5s.

OBSERVAÇÕES:

01 – ESPAÇO PREVISTO PARA INSTALAÇÃO DE DISJUNTOR PARA CONEXÃO COM O SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTÁICO.
O ESTUDO INICIAL PREVÊ POTÊNCIA MÁXIMA DE 374kW (SOLAR 1000W/m2).
O SISTEMA DE ENERGIA SOLAR PODERÁ SER CONECTADO DIRETAMENTE AO PAINEL DE BAIXA TENSÃO (PBT) SINCRONIZADO À FREQUÊNCIA DE 60Hz.

02 – OS QUADROS INDICADOS SERÃO FORNECIDOS E INSTALADOS PELO INSTALADOR DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO.

03 – OS QUADROS INDICADOS FAZEM PARTE DO FASEAMENTO CIVIL, A INSTALAÇÃO DESTES NÃO É ESCOPO DESTA ETAPA.

04 – OS QUADROS INDICADOS SERÃO FORNECIDOS E INSTALADOS PELOS LOJISTAS.

LEGENDA DE CORES

- CATEGORIA 01 (CAT–01) ENERGIA PROVIDA DE UPS + GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 02 (CAT–02) ENERGIA PROVIDA DE UPS + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 03 (CAT–03) ENERGIA PROVIDA DE GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 04 (CAT–04) ENERGIA PROVIDA DA CONCESSIONÁRIA
- INSTALAÇÕES FUTURAS NÃO SERÃO EXECUTADAS NESTA ETAPA

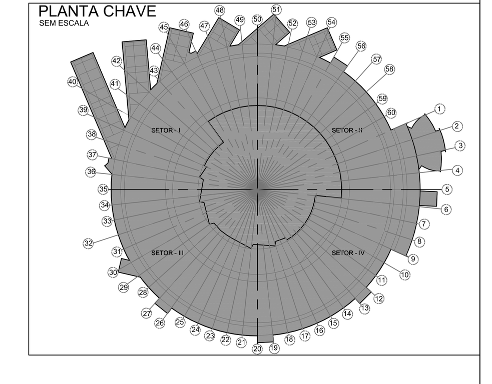
LEGENDA BAIXA TENSÃO	
SIMBOLOGIA	DENOMINÇÃO
	DISJUNTOR TRIPOLAR
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR
MGE	MULTIMEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS
DPS	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS
	FUSÍVEL DIAZED
	BARRAMENTO BLINDADO DE ALUMÍNIO
E	INTERTRAVAMENTO MECÂNICO E ELÉTRICO
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE
TERRA	BARRA DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO
NEUTRO	BARRA DO CONDUTOR NEUTRO
	CAIXA DE EXTREMIDADE DE BARRAMENTO BLINDADO CONTENDO CHAVE SECCIONADORA

TABELA DE CÓDIGO DOS RELÉS	
49	TÉRMICO PARA TRANSFORMADOR

LEGENDA DE PONTOS DE AUTOMAÇÃO

- S1 MEDIÇÃO GRANDEZAS ELÉTRICAS–PORTA SERIAL DO MEDIDOR DIGITAL
- S2 MONITORAÇÃO DO STATUS ABERTO/FECHADO DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S3 MONITORAÇÃO DO STATUS DE TRIP DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S4 MONITORAÇÃO DO STATUS DE TRIP DO CAPACITOR
- S6 MONITORAÇÃO DO STATUS DO DPS (CONTATO SECO)
- S7 MONITORAÇÃO DO STATUS DE ALARME DO RELÉ DE TEMPERATURA (CONTATO SECO)

PLANTA CHAVE



Revisão Nº	Data	Aprovado	Descrição
00	22/07/2013	MAZELLI	EMISSÃO INICIAL
01	16/08/2013	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
02	18/10/2013	MAZELLI	COMENTÁRIOS / ATUALIZAÇÃO DE ARQUITETURA
03	29/11/2013	MAZELLI	ADEQUAÇÃO GERAL E ADITIVO DE HVAC
04	12/12/2013	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
05	07/02/2014	MAZELLI	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS LNLS E EGC
06	06/06/2014	MAZELLI	REVISADO ONDE INDICADO
07	29/06/2015	TEMON	EMISSÃO INICIAL
08	29/06/2015	TEMON	ENGENHARIA DE VALORES CONFORME CONTRATO
09	06/07/2015	TEMON	ADEQUAÇÃO PARA CARIMBO PADRÃO DA OBRA
10	30/10/2015	TEMON	CONFORME COMENTÁRIOS "RAC"
11	21/06/2017	MAZELLI	REVISADO ONDE INDICADO
12	22/09/2017	MAZELLI	REVISADO ONDE INDICADO
13	05/01/2018	TEMON	ATUALIZAÇÃO CONFORME REVISÃO DA MHA, CADASTRADO NO SADP
14	01/09/2018	O.VIGNA	REMANEJADO DISJUNTOR 250A - ALIMENTAÇÃO DE ATS - INCÊNDIO
15	26/01/2019	DENIS	AS-BUILT
16	31/05/2019	DENIS	REVISÃO PAINÉIS LINHAS LONGAS

TEMON

AS BUILT

Declaramos que este desenho representa o serviço conforme efetivamente construído por esta empresa.

Engº Denis Cardoso Segura
Crea nº 0682544461-SP

Racional

Empreendimento

CNPEM Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais — LNLS Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

SIR - PROJETO SIRIUS

CNPEM - LNLS
Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000 Bairro Guará
Barão Geraldo, Campinas - SP

Projeto

TEMON

MHA Engenharia Ltda
Av. Maria Coelho Aguiar 215
Bloco F 8º Andar
Centro Empresarial de São Paulo
(05805-000) São Paulo SP
Tel.(011)3747 7711 FAX (011)3747 7700
http://www.mha.com.br

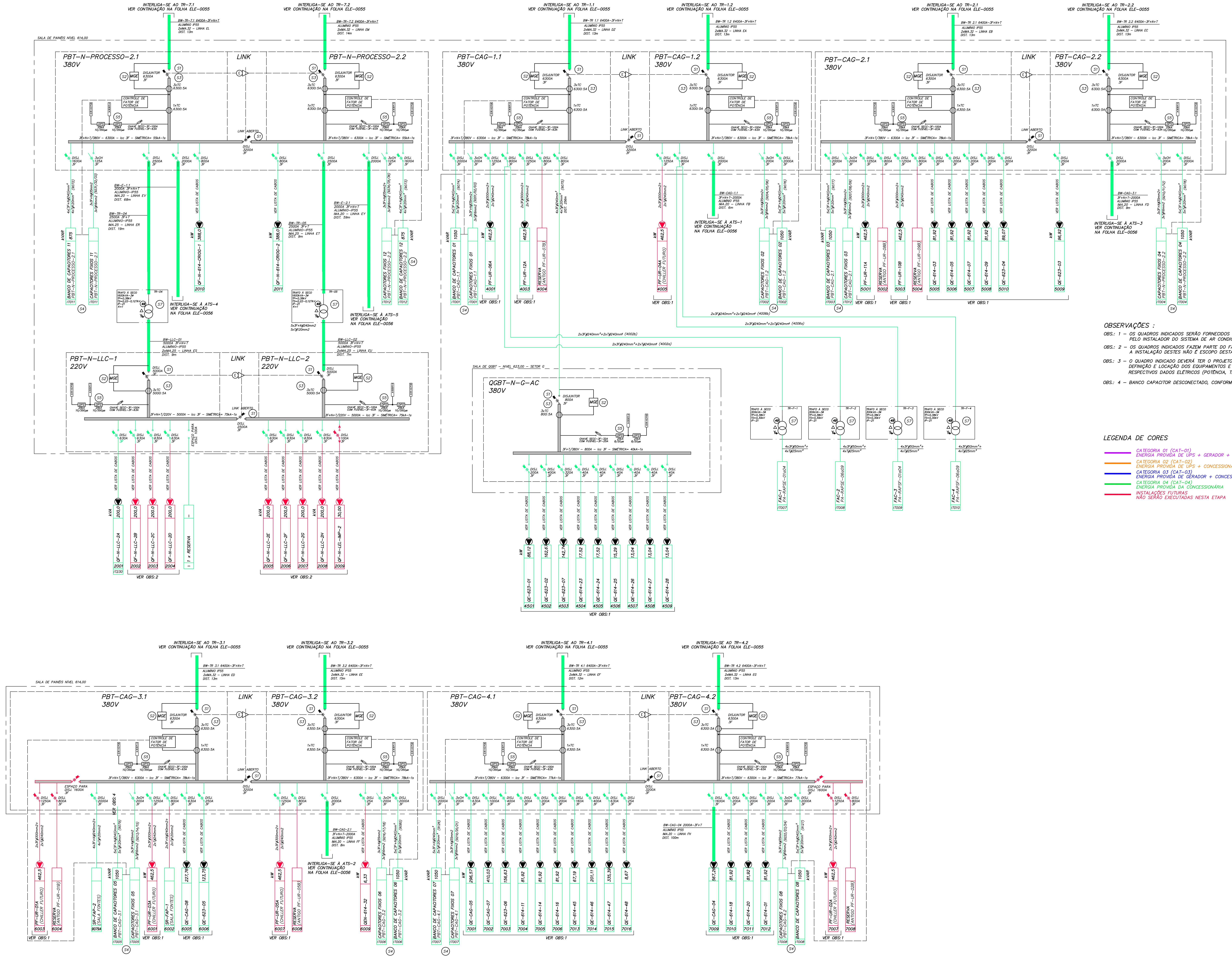
Etapa
PROJETO AS-BUILT - ELÉTRICA

Título
DIAGRAMA UNIFILAR DE BAIXA TENSÃO
PARTE 2

Codificação do documento (Arquivo CAD): R562-ELE-AB-DET-0058-R16		Nº Cliente/Emp.: CNP001
		Escala: S/ESC.
Data: 09/2018	Codificação do Cliente / Projetista: CNP001–ELE–PE–DET–0058–R09	Elaborado por: N.G.

ELE
AB
Número do desenho
0058–R16

A0along2 1559 x 841 mm 1.31 m2



	LEGENDA BAIXA TENSÃO
	DISJUNTOR TRIPOLAR
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR
MGE	MULTIMEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS
DPS	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS
	FUSÍVEL DIAZED
	BARRAMENTO BLINDADO DE ALUMÍNIO
E	INTERTRAVAMENTO MECÂNICO E ELÉTRICO
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE
TERRA	BARRA DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO
NEUTRO	BARRA DO CONDUTOR NEUTRO

TABELA DE CÓDIGO DOS RELÉS	
49	TÉRMICO PARA TRANSFORMADOR

LEGENDA DE PONTOS DE AUTOMAÇÃO

- S1 MONITORAÇÃO DO STATUS ABERTO/FECHADO DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S2 MEDIÇÃO DE GRANDEZAS ELÉTRICAS– PORTA SERIAL DO MEDIDOR DIGITAL
- S3 MONITORAÇÃO DO STATUS DE TRIP DO DISJUNTOR (CONTATO SECO)
- S4 MONITORAÇÃO DO STATUS DO BANCO DE CAPACITOR
- S5 STATUS DE ATUAÇÃO DO DPS (CONTATO SECO)
- S6 MONITORAÇÃO DO STATUS DE ALARME DO RELÉ DE TEMPERATURA (CONTATO SECO)

NOTAS:

01 – OS PAINEIS FORAM CONSTRUIDOS COM DIMENSÕES QUE PERMITAM SUA CONEXÃO AOS CABOS E BARRAMENTO BLINDADOS.

02 – OS DPS's DEVERÃO POSSUEM SINALIZAÇÃO VISUAL DE DEFEITO NA PARTE EXTERNA DOS PAINEIS E MONITORAMENTO À DISTÂNCIA DO FUNCIONAMENTO DO MESMO.

03 – OS CONDUTORES DE BAIXA TENSÃO FASE E NEUTRO SÃO DE 0,6/1kV – CONFORME NBR 13248.

04 – OS CONDUTORES DE PROTEÇÃO SÃO DE 750V – CONFORME NBR 13248.

05 – TODOS OS BARRAMENTOS BLINDADOS SÃO DE ALUMÍNIO.

06 – O DIMENSIONAMENTO FINAL DO BANCO DE CAPACITORES AUTOMÁTICO PARA OS PBT'S, TEVE UM FATOR DE POTÊNCIA FINAL DE 0,95.

07 – O DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES PARA PROTEÇÃO DOS QUADROS DE MOTORES FOI BASEADO CONSIDERANDO TEMPO DE PARTIDA DE 5s.

OBSERVAÇÕES :

OBS.: 1 – OS QUADROS INDICADOS SERÃO FORNECIDOS E INSTALADOS PELO INSTALADOR DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO.

OBS.: 2 – OS QUADROS INDICADOS FAZEM PARTE DO FASEAMENTO CIVIL, A INSTALAÇÃO DESTES NÃO É ESCOPO DESTA ETAPA.

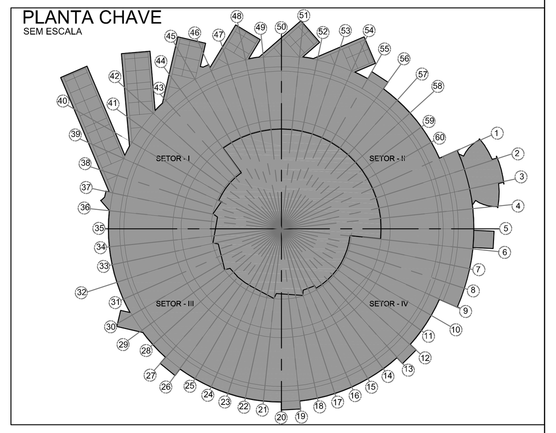
OBS.: 3 – O QUADRO INDICADO DEVERÁ TER O PROJETO FORNECIDO PELO LNLS, APÓS A DEFINIÇÃO E LOCAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E DEVERÃO SER CONFIRMADOS OS RESPECTIVOS DADOS ELÉTRICOS (POTÊNCIA, TENSÃO, PROTEÇÕES E CABOS ALIMENTADORES

OBS.: 4 – BANCO CAPACITOR DESCONECTADO, CONFORME SOLICITAÇÃO DO CNPEM.

LEGENDA DE CORES

- CATEGORIA 01 (CAT–01) ENERGIA PROVIDA DE UPS + GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 02 (CAT–02) ENERGIA PROVIDA DE UPS + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 03 (CAT–03) ENERGIA PROVIDA DE GERADOR + CONCESSIONÁRIA
- CATEGORIA 04 (CAT–04) ENERGIA PROVIDA DA CONCESSIONÁRIA
- INSTALAÇÕES FUTURAS NÃO SERÃO EXECUTADAS NESTA ETAPA

PLANTA CHAVE
SEM ESCALA



Revisão Nº	Data	Aprovado	Descrição
00	22/07/2013	MAZELLI	EMISSÃO INICIAL
01	16/08/2013	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
02	18/10/2013	MAZELLI	COMENTÁRIOS / ATUALIZAÇÃO DE ARQUITETURA
03	29/11/2013	MAZELLI	ADEQUAÇÃO GERAL E ADITIVO DE HVAC
04	12/12/2013	MAZELLI	REVISÃO ONDE INDICADO
05	07/02/2014	MAZELLI	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS LNLS E EGC
06	29/06/2015	TEMON	EMISSÃO INICIAL
07	29/06/2015	TEMON	ENGENHARIA DE VALORES CONFORME CONTRATO
08	06/07/2015	TEMON	ADEQUAÇÃO PARA CARIMBO PADRÃO DA OBRA
09	30/10/2015	TEMON	CONFORME COMENTÁRIOS "RAC"
10	09/01/2018	TEMON	ATUALIZAÇÃO CONFORME DADOS DOS FORNECEDORES
11	27/01/2019	DENIS	AS-BUILT
12	31/05/2019	DENIS	ACRÉSCIMO CIRCUITOS DOS TRAFOS TR-Fs E SR-FAPs
13	02/06/2019	DENIS	ACRÉSCIMO BITOLA DE CABOS SR-FAPs

AS BUILT

Declaramos que este desenho representa o serviço conforme efetivamente construído por esta empresa.

Engº Denis Cardoso Segura
Crea nº 0682544461-SP

Empreendimento
CNPEM Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
LNLS Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

SIR - PROJETO SIRIUS

CNPEM - LNLS
Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000 Bairro Guará
Barão Geraldo, Campinas - SP

Projeto
TEMON

MHA Engenharia Ltda
Av. Maria Coelho Aguiar 215
Bloco F 8º Andar
Centro Empresarial de São Paulo
(05805–000) São Paulo SP
Tel.(011)3747 7711 FAX (011)3747 7700
http://www.mha.com.br

Etapa
PROJETO AS-BUILT - ELÉTRICA

Título
DIAGRAMA UNIFILAR DE BAIXA TENSÃO
PARTE 3

Codificação do documento (Arquivo CAD)
R562-ELE-AB-DET-0059-R13

Nº Cliente/Emp.
CNP001

Escala
S/ESC.

Data
07/2014

Codificação do Cliente / Projetista
CNP001–ELE–PE–DET–0059–R05

Elaborado por
N.G.

ELE
AB

Número do desenho
0059–R13

Racional

A0 1189 x 841 mm 1.00 m2

CLIENTE: TEMON TÉCNICA DE MONTAGENS E CONSTRUÇÕES LTDA

OBRA: PROJETO SIRIUS – NOVA FONTE DE LUZ SÍNCROTON

ASSUNTO: CALIBRAGEM DE RELÉS

1. **CÁLCULO DAS CORRENTES DE CURTO CIRCUITO**
2. **COORDENAÇÃO DA PROTEÇÃO**
3. **COORDENOGRAMAS**

REV. 0 - emissão inicial – 06/2018

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

1. CÁLCULO DAS CORRENTES DE CURTO CIRCUITO TRIFÁSICA

O sistema a ser adotado para cálculo das correntes de curto circuito é por unidade ($^0/_1$), e utilizaremos as seguintes fórmulas abaixo:

- Conversão da Impedância por unidade ($^0/_1$) do Sistema no kVA base

$$Z\ ^0/_1 = \frac{\text{kVA base}}{\text{kVAcc sistema}}$$

- Corrente de Curto Circuito Trifásica no kVA base

$$Ib = \frac{\text{kVA base}}{\sqrt{3} \cdot \text{kV}}$$

- Conversão da Impedância em Ohms por unidade ($^0/_1$) , no kVA base.

$$Z\ ^0/_1 = \frac{Z\ (\Omega) \cdot \text{kVA base}}{1000 \cdot \text{kV}^2}$$

- Corrente de Curto Circuito Trifásica no Ponto Escolhido

$$Icc = \frac{Ib}{Z\ ^0/_1\ \text{total}}$$

$Z\ ^0/_1$ total = somatória das impedâncias envolvidas até o ponto escolhido.

O nosso estudo apresentará em todos os pontos indicados nos Diagramas Unifilares Simplificafos, o cálculo das seguintes correntes de curto circuito:

- A corrente de curto circuito trifásica transitória simétrica eficaz (I'd) lado rede, considerando-se a alimentação de 11,4 kV nas condições abaixo:

Cenário 1

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado apenas pelo transformador TR1 ou TR2, ligação em L.

Cenário 3

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV aberto e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 isolados.

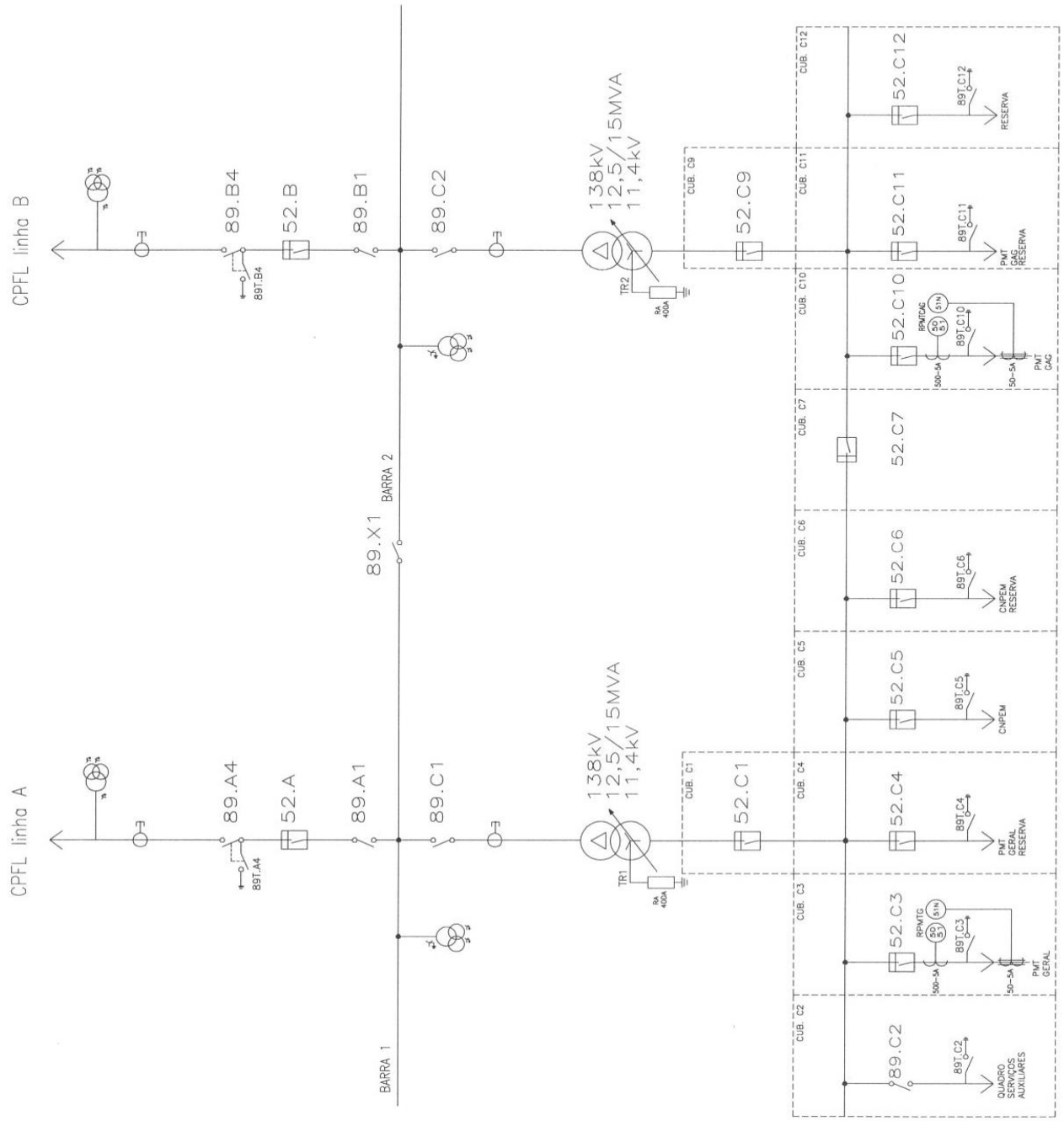
Os transformadores dos painéis PMT-GERAL e PMT-CAG não funcionam em paralelo, e sem utilização de ventilação forçada em função dos valores de demanda para os próximos 5 anos..

- A corrente de curto circuito trifásica subtransitória simétrica eficaz (I"d) lado geradores, no ponto de paralelismo dos mesmos.

1.1 Diagramas Unifilares Simplificados (fls. 3, 4, 5)

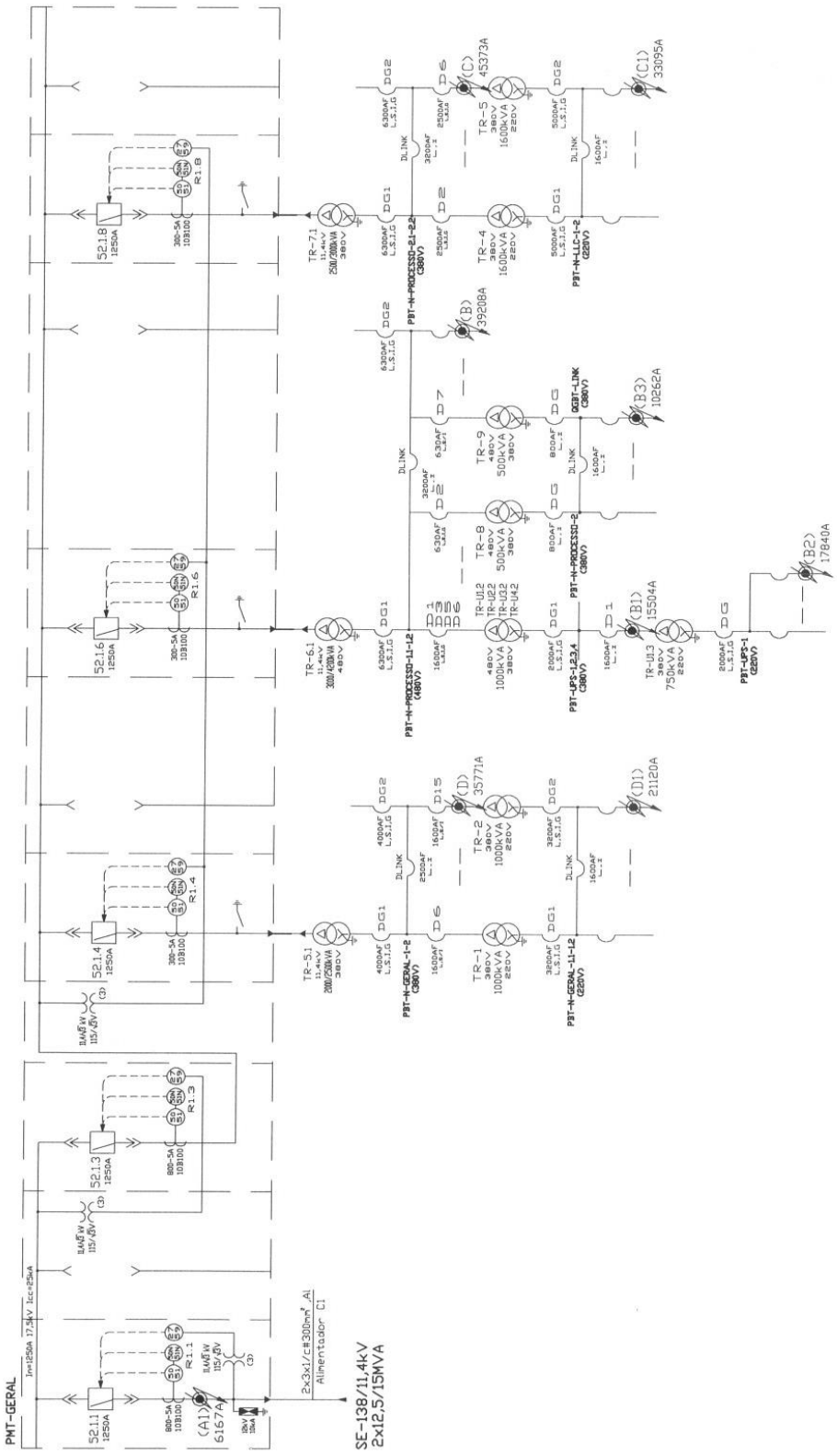
LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

ENTRADA CPFL 138kV/DISTRIBUIÇÃO 11,4kV (WEG)



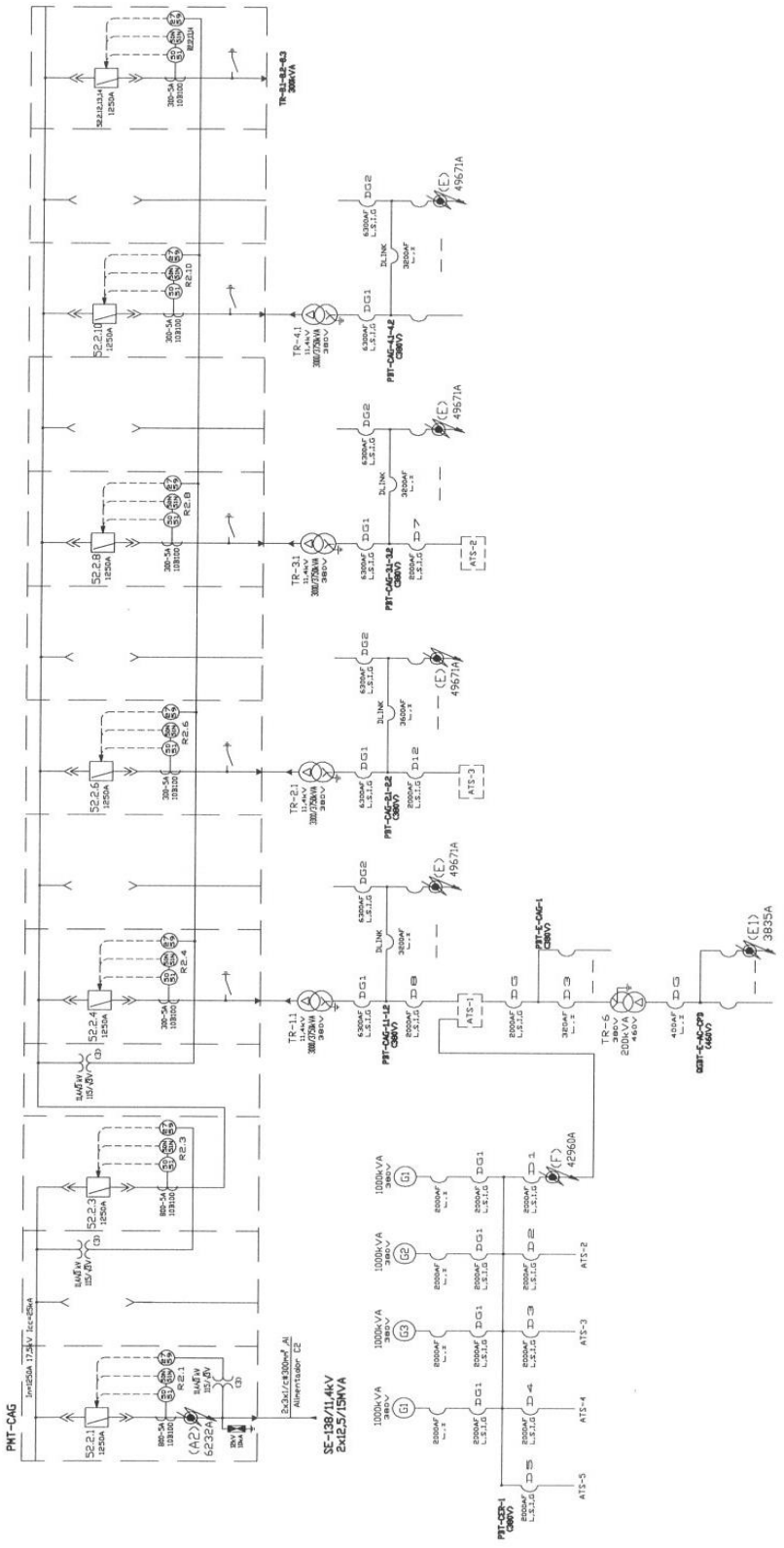
LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

PMT-GERAL



LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

PMT-CAG



LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

1.1 Determinação das impedâncias parciais de sequência positiva

MVA base adotado = 100

1.1.1 Rede 138 kV - CPFL

ZS = (0,006891 + j 0,027220) $^{0}/_{1}$

1.1.2 Transformadores 138/11,4 kV (SE WEG)

P = 12,5/15 MVA

ZTr = (0,007198 + j 0,09573) $^{0}/_{1}$

- Para base 100 MVA

$$R = \frac{0,007198 \cdot 100}{12,5} = 0,057584\ ^{0}/_{1}$$

$$X = \frac{0,09573 \cdot 100}{12,5} = 0,76584\ ^{0}/_{1}$$

ZTr = (0,057584 + j 0,76584) $^{0}/_{1}$

1.1.3 Alimentadores 8,7/15 kV

- **Trecho [SE-2x12,5/15 MVA – PMT-GERAL], 2x3x1/c# 300mm², condutor Al, l = 575 m, formação trifólio, tipo Eprotenax Compact 105, Prysmian.**

ZC1 = (0,1264 + j 0,1033) Ω/km

- Para base 100 MVA

$$R = \frac{0,1264 \cdot 0,575 \cdot 100000}{2 \cdot 1000 \cdot 11,4^2} = 0,02796\ ^{0}/_{1}$$

$$X = \frac{0,1033 \cdot 0,575 \cdot 100000}{2 \cdot 1000 \cdot 11,4^2} = 0,02285\ ^{0}/_{1}$$

ZC1 = (0,02796 + j 0,02285) $^{0}/_{1}$

- **Trecho [SE-2x12,5/15 MVA – PMT-CAGH], 3x3x1/c# 300mm², condutor Al, l = 575 m, formação trifólio, tipo Eprotenax Compact 105, Prysmian.**

$$R = \frac{0,1264 \cdot 0,575 \cdot 100000}{3 \cdot 1000 \cdot 11,4^2} = 0,01864\ ^{0}/_{1}$$

$$X = \frac{0,1033 \cdot 0,575 \cdot 100000}{3 \cdot 1000 \cdot 11,4^2} = 0,01523\ ^{0}/_{1}$$

ZC2 = (0,01864 + j 0,01523) $^{0}/_{1}$

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

1.1.4 Transformador 11,4 kV/480-277 V

P = 3000/4200 kVA (TR-6.1)

- Perdas no cobre = 29,646 kW (120ºC)

$$R_{TR} = \frac{29,646 \cdot 100}{3000} = 0,9882\ \%$$

Z_{TR} = 6,82 %, folha de ensaio ABB

$$X_{TR} = \sqrt{6,82^2 - 0,9882^2} = 6,748\ \%$$

- Para base 100 MVA

$$r_{TR} = \frac{0,9882 \cdot 100000}{100 \cdot 3000} = 0,3294\ {}^{0}/_{1}$$

$$x_{TR} = \frac{6,748 \cdot 100000}{100 \cdot 3000} = 2,2493\ {}^{0}/_{1}$$

ZTR = (0,3294 + j 2,2493) $^{0}/_{1}$

1.1.5 Transformadores 11,4 kV/380-220 V

P = 3000/3750 kVA (TR-1.1, TR-2.1, TR-3.1, TR-4.1)

- Perdas no cobre = 28,136 kW (120ºC)

$$R_{TR} = \frac{28,136 \cdot 100}{3000} = 0,9378\ \%$$

Z_{TR} = 6,74 %, folha de ensaio ABB (adotado o de menor impedância)

$$X_{TR} = \sqrt{6,74^2 - 0,9378^2} = 6,6744\ \%$$

- Para base 100 MVA

$$r_{TR} = \frac{0,9378 \cdot 100000}{100 \cdot 3000} = 0,3126\ {}^{0}/_{1}$$

$$x_{TR} = \frac{6,6744 \cdot 100000}{100 \cdot 3000} = 2,2248\ {}^{0}/_{1}$$

ZTR = (0,3126 + j 2,2248) $^{0}/_{1}$

P = 2500/3000 kVA (TR-7.1)

- Perdas no cobre = 26,192 kW (120ºC)

$$R_{TR} = \frac{26,192 \cdot 100}{2500} = 1,0477\ \%$$

Z_{TR} = 7,09 %, folha de ensaio ABB

$$X_{TR} = \sqrt{7,09^2 - 1,0477^2} = 7,0122\ \%$$

- Para base 100 MVA

$$r_{TR} = \frac{1,0477 \cdot 100000}{100 \cdot 2500} = 0,4191\ {}^{0}/_{1}$$

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

$x_{TR} = \frac{7,0122 \cdot 100000}{100 \cdot 2500} = 2,8049\ ^0/_1$

ZTR = (0,4191 + j 2,8049) $^0/_1$

P = 2000/2500 kVA (TR-5.1)

- Perdas no cobre = 20,082 kW (120ºC)

$R_{TR} = \frac{20,082 \cdot 100}{2000} = 1,0041\ \%$

Z_{TR} = 6,86 %, folha de ensaio ABB

$X_{TR} = \sqrt{6,86^2 - 1,0477^2} = 6,7795\ \%$

- Para base 100 MVA

$r_{TR} = \frac{1,0041 \cdot 100000}{100 \cdot 2000} = 0,5020\ ^0/_1$

$x_{TR} = \frac{6,7795 \cdot 100000}{100 \cdot 2000} = 3,3897\ ^0/_1$

ZTR = (0,5020 + j 3,3897) $^0/_1$

1.1.6 Transformadores 480 V/380-220 V

P = 1000 kVA (TR-U1.2, TR-U2.2, TR-U3.2, TR-U4.2)

- Perdas no cobre = 16,041 kW (120ºC), adotado

$R_{TR} = \frac{16,041 \cdot 100}{1000} = 1,6041\ \%$

Z_{TR} = 8,2 %, adotado

$X_{TR} = \sqrt{8,2^2 - 1,6041^2} = 8,0416\ \%$

- Para base 100 MVA

$r_{TR} = \frac{1,6041 \cdot 100000}{100 \cdot 1000} = 1,6041\ ^0/_1$

$x_{TR} = \frac{8,0416 \cdot 100000}{100 \cdot 1000} = 8,0416\ ^0/_1$

ZTR = (1,6041 + j 8,0416) $^0/_1$

P = 500 kVA (TR-8, TR-9)

- Perdas no cobre = 6,0 kW (120ºC), adotado

$R_{TR} = \frac{6,0 \cdot 100}{500} = 1,2\ \%$

Z_{TR} = 6,0 %, adotado

$X_{TR} = \sqrt{6,0^2 - 1,2^2} = 5,8787\ \%$

- Para base 100 MVA

$r_{TR} = \frac{1,2 \cdot 100000}{100 \cdot 500} = 2,4\ ^0/_1$

$x_{TR} = \frac{5,8787 \cdot 100000}{100 \cdot 500} = 11,7574\ ^0/_1$

ZTR = (2,4 + j 11,7574) $^0/_1$

1.1.7 Transformadores 380 V/220-127 V

P = 1600 kVA (TR-4, TR-5)

- Perdas no cobre = 19,533 kW (120ºC)

$R_{TR} = \frac{19,533 \cdot 100}{1600} = 1,2208\ \%$

Z_{TR} = 7,33 %, folha de ensaio ABB (impedâncias iguais)

$X_{TR} = \sqrt{7,33^2 - 1,2208^2} = 7,2276\ \%$

- Para base 100 MVA

$r_{TR} = \frac{1,2208 \cdot 100000}{100 \cdot 1600} = 0,763\ ^0/_1$

$x_{TR} = \frac{7,2276 \cdot 100000}{100 \cdot 1600} = 4,5172\ ^0/_1$

ZTR = (0,763 + j 4,5172) $^0/_1$

P = 1000 kVA (TR-1, TR-2,)

- Perdas no cobre = 16,041 kW (120ºC)

$R_{TR} = \frac{16,041 \cdot 100}{1000} = 1,6041\ \%$

Z_{TR} = 8,2 %, folha de ensaio ABB (adotado o de menor impedância)

$X_{TR} = \sqrt{8,2^2 - 1,6041^2} = 8,0416\ \%$

- Para base 100 MVA

$r_{TR} = \frac{1,6041 \cdot 100000}{100 \cdot 1000} = 1,6041\ ^0/_1$

$x_{TR} = \frac{8,0416 \cdot 100000}{100 \cdot 1000} = 8,0416\ ^0/_1$

ZTR = (1,6041 + j 8,0416) $^0/_1$

P = 750 kVA (U1.3)

- Perdas no cobre = 9,906 kW (120ºC)

$R_{TR} = \frac{9,906 \cdot 100}{750} = 1,3208\ \%$

Z_{TR} = 7,23 %, folha de ensaio ABB

$X_{TR} = \sqrt{7,23^2 - 1,3208^2} = 7,1083\ \%$

- Para base 100 MVA

$r_{TR} = \frac{1,3208 \cdot 100000}{100 \cdot 750} = 1,7610\ ^0/_1$

$x_{TR} = \frac{7,1083 \cdot 100000}{} = 9,4777\ ^0/_1$

$$\frac{100 \cdot 750}{}$$

ZTR = (1,7610 + j 9,4777) $^0/_1$

1.1.7 Transformadores 380-220 V/460 V

P = 200 kVA (TR-6)

- Perdas no cobre = 3,417 kW (120ºC)

$R_{TR} = \frac{3,417 \cdot 100}{200} = 1,7085\ \%$

Z_{TR} = 5,94 %, folha de ensaio ABB (impedâncias iguais)

$X_{TR} = \sqrt{5,94^2 - 1,7085^2} = 5,689\ \%$

- Para base 100 MVA

$r_{TR} = \frac{1,7085 \cdot 100000}{100 \cdot 200} = 8,5425\ ^0/_1$

$x_{TR} = \frac{5,689 \cdot 100000}{100 \cdot 200} = 28,445\ ^0/_1$

ZTR = (8,5425 + j 28,445) $^0/_1$

1.1.8 Geradores 380 V, Caterpillar

P = 1000 kVA (G1, G2, G3, G4)

X"d = 14,15 % (Reatância subtransitória eixo direto), para base 100 MVA,

$X"d = \frac{14,15 \cdot 100000}{100 \cdot 1000} = 14,15\ ^0/_1$

1.2 Determinação das Impedâncias Totais para os seguintes pontos

PMT-GERAL

Ponto A1 – PMT-GERAL (Rede CPFL + TR-12,5MVA + Alimentador C1)

ZA1 = [(0,006891 + 0,057584 + 0,02796) + j (0,02722 + 0,76584+ 0,02285)] $^0/_1$

$|ZA1| = \sqrt{0,092435^2 + 0,81591^2} = 0,82113\ ^0/_1$

Ponto B, PBT-N-PROCESSO-1.1-1.2, 480 V (Pto. A1 + Tr 3000 kVA)

ZB = [(0,092435 + 0,3294) + j (0,81591 + 2,2493)] $^0/_1$

$|ZB| = \sqrt{0,125375^2 + 3,06521^2} = 3,06777\ ^0/_1$

Ponto B1, PBT-UPS-1, 2, 3, 4, 380 V (Pto. B + Tr 1000 kVA)

ZB1 = [(0,125375 + 1,6041) + j (3,06521 + 8,0416)] $^0/_1$

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

$|ZB1| = \sqrt{1,729475^2 + 9,6457^2} = 9,79952\ ^0/_1$

Ponto B2, PBT-UPS-1, 220 V (Pto. B1 + Tr 750 kVA)

$ZB2 = [(1,729475 + 1,7610) + j\ (9,6457 + 9,4777)]\ ^0/_1$
$|ZB2| = \sqrt{9,490475^2 + 11,2387^2} = 14,70977\ ^0/_1$

Ponto B3, PBT-N-PROCESSO-2, 380 V (Pto. B + Tr 500 kVA)

$ZB3 = [(0,125375 + 2,4) + j\ (3,06521 + 11,7574)]\ ^0/_1$
$|ZB3| = \sqrt{3,190585^2 + 14,4574^2} = 14,80527\ ^0/_1$

Ponto C, PBT-N-PROCESSO-2.1-2.2, 380 V (Pto. A1 + Tr 2500 kVA)

$ZC = [(0,092435 + 0,4191) + j\ (0,81591 + 2,8049)]\ ^0/_1$
$|ZC| = \sqrt{0,908345^2 + 3,224^2} = 3,34851\ ^0/_1$

Ponto C1, PBT-N-LLC-1-2, 220 V (Pto. C + Tr 1600 kVA)

$ZC1 = [(0,908345 + 0,763) + j\ (3,224 + 4,5172)]\ ^0/_1$
$|ZC1| = \sqrt{1,671345^2 + 7,7412^2} = 10,87045\ ^0/_1$

Ponto D, PBT-N-GERAL-1-2, 380 V (Pto. A1 + Tr 2000 kVA)

$ZD = [(0,092435 + 0,5020) + j\ (0,81591 + 3,3897)]\ ^0/_1$
$|ZD| = \sqrt{0,594435^2 + 4,20561^2} = 4,24741\ ^0/_1$

Ponto D1, PBT-N-GERAL-1.1-1.2, 220 V (Pto. D + Tr 1000 kVA)

$ZD1 = [(0,594435 + 1,6041) + j\ (4,20561 + 8,0416)]\ ^0/_1$
$|ZD1| = \sqrt{2,198535^2 + 12,24721^2} = 12,4257\ ^0/_1$

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

PMT-GAG

Ponto A2 – PMT-CAG (Rede CPFL + TR-12,5MVA + Alimentador C2)

$ZA2 = [(0{,}006891 + 0{,}057584 + 0{,}01864) + j\,(0{,}02722 + 0{,}76584 + 0{,}01523)]\ ^{0}/_{1}$
$|ZA2| = \sqrt{0{,}083115^2 + 0{,}80829^2} = 0{,}81255\ ^{0}/_{1}$

Ponto E, PBT-CAG-1.1-1.2, 2.1-2.2, 3.1-3.2, 4.1-4.2 (Pto. A1 + Tr 3000 kVA)

$ZE = [(0{,}083115 + 0{,}3126) + j\,(0{,}80829 + 2{,}2248)]\ ^{0}/_{1}$
$|ZE| = \sqrt{0{,}395715^2 + 3{,}03309^2} = 3{,}05879\ ^{0}/_{1}$

Ponto E1, QGBT-E-AC-CPD (Pto. E + Tr 200 kVA)

$ZE1 = [(0{,}395715 + 8{,}5425) + j\,(3{,}03309 + 28{,}445)]\ ^{0}/_{1}$
$|ZE1| = \sqrt{8{,}938215^2 + 31{,}47809^2} = 32{,}7225\ ^{0}/_{1}$

Ponto F, PBT-GER (4 geradores 1000 kVA em //))

$ZF = \frac{14{,}15}{4} = 3{,}5375\ ^{0}/_{1}$

1.3 Correntes de curto circuito trifásicas simétricas

PMT-GERAL

1.3.1 em 11,4 kV

$I_b = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 11{,}4} = 5064{,}4\ A$

- **Ponto A1 – PMT-GERAL**

$I'd = \frac{I_b}{ZA1} = \frac{5064{,}4}{0{,}82113} =$ **6167 A**

1.3.2 em 480 V

$I_b = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 0{,}48} = 120281\ A$

- **Ponto B – PBT-N-PROCESSO-1.1-1.2, 480 V**

$I'd = \frac{I_b}{|ZB|} = \frac{120281}{3{,}06777} =$ **39208 A**

1.3.3 em 380 V

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

$I_b = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 0{,}38} = 151934$ A

- **Ponto B1 – PBT-UPS-1, 2, 3, 4, 380 V**

$I'd = \frac{I_b}{|ZB1|} = \frac{151934}{9{,}79952} =$ **15504 A**

- **Ponto B3 – PBT-N-PROCESSO-2, 380 V**

$I'd = \frac{I_b}{|ZB3|} = \frac{151934}{14{,}80527} =$ **10262 A**

- **Ponto C – PBT-N-PROCESSO-2.1-2.2, 380 V**

$I'd = \frac{I_b}{|ZC|} = \frac{151934}{3{,}34851} =$ **45373 A**

- **Ponto D – PBT-N-GERAL-1-2, 380 V**

$I'd = \frac{I_b}{|ZD|} = \frac{151934}{4{,}24741} =$ **35771 A**

1.3.4 em 220 V

$I_b = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 0{,}22} = 262432$ A

- **Ponto B2 – PBT-UPS-1, 220 V**

$I'd = \frac{I_b}{|ZB2|} = \frac{262432}{14{,}70977} =$ **17840 A**

- **Ponto C1 – PBT-N-LCC-1-2, 220 V**

$I'd = \frac{I_b}{|ZC1|} = \frac{262432}{7{,}91957} =$ **33095 A**

- **Ponto D1 – PBT-N-GERAL-1.1-1.2, 220 V**

$I'd = \frac{I_b}{|ZD1|} = \frac{262432}{12{,}4257} =$ **21120 A**

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

PMT-CAG

1.3.5 em 11,4 kV

$$I_b = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 11,4} = 5064,4 \text{ A}$$

- **Ponto A2 – PMT-CAG**

$$I'd = \frac{I_b}{ZA1} = \frac{5064,4}{0,81255} = \mathbf{6232\ A}$$

1.3.6 em 380 V

$$I_b = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 151934 \text{ A}$$

- **Ponto E – PBT-CAG-1.1-1.2, 2.1-2.2, 3.1-3.2, 4.1-4.2 2, 380 V**

$$I'd = \frac{I_b}{|ZE|} = \frac{151934}{3,05879} = \mathbf{49671\ A}$$

- **Ponto F – PBT-GER, 380 V**

$$I'd = \frac{I_b}{|ZF|} = \frac{151934}{3,5375} = \mathbf{42960\ A}$$

1.3.7 em 460 V

$$I_b = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 0,46} = 125511 \text{ A}$$

- **Ponto E1 – QGBT-E-AC-CPD, 460 V**

$$I'd = \frac{I_b}{|ZE1|} = \frac{125511}{32,7225} = \mathbf{3835\ A}$$

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

2. COORDENAÇÃO DA PROTEÇÃO

2.1 DISJUNTOR GERAL DE BAIXA TENSÃO COM DISJUNTORES DE SAÍDA (ARRANJO SELETIVO SIMPLES)

Para este caso, faremos a coordenação entre o disjuntor geral com os disjuntores de vários alimentadores. Os "TAGS" dos disjuntores estão de acordo com o projeto do fabricante dos quadros elétricos.
A coordenação entre este disjuntor e os disjuntores dos alimentadores, é feita somente o coordenando com o maior disjuntor (maior carga).
Os disjuntores gerais fabricante **ABB**, são equipados com disparadores Ekip Dip, funções longo, curto retardamento e instantâneo ajustáveis + proteção residual de terra, exceto disjuntores função "LINK".

PROTEÇÃO FASE

A corrente de tempo longo foi definida para a capacidade nominal do transformador sem ventilação forçada .
A curva característica e o ajuste de curta duração foi escolhido de tal forma que não haja interceptação entre curvas.
O ajuste instantâneo foi bloqueado para obter-se coordenação plena.
Os maiores disjuntores de saída são equipados com disparadores Ekip Dip, funções longo, curto retardamento e instantâneo ajustáveis + proteção residual de terra, e PR231/P com as mesmas características sem proteção residual de terra.
A corrente de tempo longo foi definida para a carga nominal.
Os demais ajustes foram escolhidos para que não haja interceptação entre curvas.

PROTEÇÃO TERRA

Como o neutro do sistema de baixa tensão é aterrado rigidamente, a corrente franca de curto a terra I_{ccFT} é praticamente igual a $I_{cc3F.}$
A proteção de fase dos disjuntores cobrem este tipo de anomalia. No caso de curtos a terra através de arco (alta impedância), como o projeto previu proteção de fuga a terra residual incorporada nas unidade de sobrecorrente Ekip Dip dos disjuntores de baixa tensão, os calibraremos no menor ajuste disponível de corrente , temporizando sua atuações .

FIGURA 1 – VÁLIDA PARA O PAINEL PBT-N-PROCESSO-1.1-1.2, 480 V

- **Lado de 480 V – 3000/4200 kVA (11,4/0,38 kV) – I_n = 3608/5051 A**
  Disjuntor Geral DG1, E6.2H+EkipDip, In = 6300 A, ref. curva 2
  Disparador "L" : I1 = 0,6 x In = 3780 A
  t1 = 3 s
  Disparador "S" : I2 = 2 x In = 12600 A
  t2 = 0,2 s (t=k)
  Disparador "I" : I3 = Off
  Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 630 A
  t4 = 0,4 s (t=k)
- **> Disjuntores de saídas D1, D3, D5, D6, E2.2H+EkipDip, In = 1600 A, p/ UPS Flywheel, 1000 kVA, ref. curva 1**
  Disparador "L" : I1 = 0,85 x In = 1360 A
  t1 = 12 s
  Disparador "S" : I2 = 6 x In = 9600 A

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

t2 = 0,1 s (t=k)
Disparador "I" : I3 = 15 x In = 24000 A
Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 160 A
t4 = 0,2 s (t=k)

Os demais disjuntores obedecerão as seguintes calibragens:

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E2.2H+EkipDip	D4,8	1600	0,7 x	12	6 x	0,1	15 x	0,1 x	0,4	Capacitores
E4.2H+EkipDip	DLINK	3200	1 x	144	-	-	Off	-	-	Interligação

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T5V630+PR221DS	D2,7	630	0,92 x	3	10 x	0,1	-	TR-8,9-500 kVA

FIGURA 2 – VÁLIDA PARA O PAINEL PBT-N-PROCESSO-2.1-2.2, 380 V

- **Lado de 380 V – 2500/3000 kVA (11,4/0,38 kV) – I_n = 3798/4558 A**
  Disjuntor Geral DG1, E6.2H+EkipDip, In = 6300 A, ref. curva 2
  Disparador "L" : I1 = 0,6 x In = 3780 A
  t1 = 3 s
  Disparador "S" : I2 = 2,5 x In = 15750 A
  t2 = 0,2 s (t=k)
  Disparador "I" : I3 = Off
  Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 630 A
  t4 = 0,4 s (t=k)

- **> Disjuntores de saídas D2, D6, E2.2N+EkipDip, In = 2500 A, p/ Trafos Tr-4, 5, 1600 kVA, ref. curva 1**
  Disparador "L" : I1 = 1 x In = 2500 A
  t1 = 3 s
  Disparador "S" : I2 = 4 x In = 10000 A
  t2 = 0,1 s (t=k)
  Disparador "I" : I3 = 13 x In = 32500 A
  Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 250 A
  t4 = 0,2 s (t=k)

Os demais disjuntores obedecerão as seguintes calibragens:

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E2.2N+EkipDip	D1,6	2000	0,7 x	3	5 x	0,1	Off	0,1 x	0,4	ATS-4,5
E4.2H+EkipDip	DLINK	3200	1 x	144	-	-	Off	-	-	Interligação

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T7H1600+PR231/P	D4,7	1600	0,72 x	3	10 x	0,1	-	Capacitores

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6H800+TMA	D3,8	800	MED	MAX	QFN-614-CRIOG-1,2

FIGURA 3 – VÁLIDA PARA O PAINEL PBT-N-GERAL-1-2, 380 V

- **Lado de 380 V – 2000/2500 kVA (11,4/0,38 kV) – I_n = 3798/4558 A**
  Disjuntor Geral DG1, E4.2N+EkipDip, In = 4000 A, ref. curva 2
  Disparador "L" : I1 = 0,7 x In = 3780 A

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

t1 = 12 s
Disparador "S" : I2 = 2,5 x In = 10000 A
t2 = 0,2 s (t=k)
Disparador "I" : I3 = Off
Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 400 A
t4 = 0,4 s (t=k)

- **> Disjuntores de saídas D6, D15, T7H1600+PR231/P, In = 1600 A, D6, p/ Trafos Tr-1, 2, 1000 kVA, ref. curva 1**

Disparador "L" : I1 = 1 x In = 1600 A
t1 = 3 s
Disparador "S" : I2 = 4,5 x In = 7200 A
t2 = 0,1 s (t = k)

Os demais disjuntores obedecerão as seguintes calibragens:

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T7H1600+PR231/P	D14,18	1600	0,8 x	3	4,5	0,1	-	Capacitores
E2.2N+EkipDip	DLINK	2500	1 x	144	-	-	Off	Interligação
T5H630+PR221Ds	D3,19	630	0,92 x	3	10 x	0,1	-	QGBT-N-A,E
T4H320+PR221Ds	D11,12,13	320	0,92 x	3	10 x	0,1	-	QGBT-N-B,C,D

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6H800+TMA	D20	800	MED	MAX	QGBT-N-F
T5H630+TMA	D17	500	MED	MAX	QGBT-N-G
T4H250+TMA	D16	250	MAX	MAX	QGBT-E-INC (CTA-1)
XT1H160+TMD	D5	100	MED	-	QLF-N-IMPL-3
XT1H160+TMD	D4	80	MED	-	QF-N-614-Q5/6/7
XT1H160+TMD	D8,9,10	63	MED	-	QF-N-614-Q8/9/10,1/2,AP.ELET
XT1H160+TMD	D7	50	MED	-	QF-N-614-Q3/4
XT2H160+TMA	D2	40	MED	-	QF-N-614-CONT
XT2H160+TMD	D1	25	MED	-	QF-N-OFICINA

FIGURA 4 – VÁLIDA PARA OS <u>PAINEIS PBT-CAG-1.1-1.2/2.1-2.2/ 3.1-3.2/4.1-4.2, 380 V</u>

- **Lado de 380 V – 3000/3750 kVA (11,4/0,38 kV) – I_n = 4558/5697 A**
  Disjuntor Geral DG1, E6.2H+EkipDip, In = 6300 A, ref. curva 2

Disparador "L": I1 = 0,75 x In = 4725 A
t1 = 3 s
Disparador "S" : I2 = 2 x In = 12600 A
t2 = 0,2 s (t=k)
Disparador "I" : I3 = Off
Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 630 A
t4 = 0,4 s (t=k)

- **> Disjuntor de saída D8, E2.2H+EkipDip, In = 2000 A, p/ ATS-1, ref. curva 1**

Disparador "L" : I1 = 0,9 x In = 1800 A

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

t1 = 12 s
Disparador "S" : I2 = 5 x In = 10000 A
t2 = 0,1 s (t=k)
Disparador "I" : I3 = Off
Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 200 A
t4 = 0,2 s (t=k)

Os demais disjuntores do **PBT-CAG-1.1-1.2**, obedecerão as seguintes calibragens:

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E2.2H+EkipDip	D1,7	2000	0,8 x	12	5 x	0,1	15 x	0,1 x	0,4	Capacitores
E4.2H+EkipDip	DLINK	3200	1 x	144	-	-	Off	-	-	Interligação

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T7L1250+PR231/P	D2,5,9	1250	0,6 x	3	10 x	0,1	-	PF-UR-06,07,04(A)

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6L800+TMA	D4	800	MED	MAX	QGBT-N-G-AC
T6L800+TMA	D3,6,10	800	MIN	MAX	PF-UR-06,07,04(B)

p/ PBT-CAG-2.1-2.2

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E6.2H+EkipDip	DG1	6300	0,75 x	3	2 x	0,2	Off	0,1 x	0,4	TR2.1
E2.2H+EkipDip	D12	2000	0,9 x	12	5 x	0,1	Off	0,1 x	0,2	ATS-3
E2.2H+EkipDip	D8,11	2000	0,8 x	12	5 x	0,1	15 x	0,1 x	0,2	Capacitores
E4.2H+EkipDip	DLINK	3200	1 x	144	-	-	Off	-	-	Interligação

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T7L1250+PR231/P	D2,9	1250	0,6 x	3	10 x	0,1	-	PF-UR-08,09(A)

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6L800+TMA	D1,10	800	MIN	MAX	PF-UR-08,09(B)
XT4L250+TMA	D13	250	MIN	MAX	QE-623-03
XT4L250+TMA	D3,4,5,6,7	200	MIN	MAX	QE-614-03,05,07,09,623-04

p/ PBT-CAG-3.1-3.2

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E6.2H+EkipDip	DG1	6300	0,75 x	3	2 x	0,2	Off	0,1 x	0,4	TR2.1
E2.2H+EkipDip	D7	2000	0,9 x	12	5 x	0,1	Off	0,1 x	0,2	ATS-3
E2.2H+EkipDip	D1,6	2000	0,8 x	12	5 x	0,1	15 x	0,1 x	0,2	Capacitores
E4.2H+EkipDip	DLINK	3200	1 x	144	-	-	Off	-	-	Interligação

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T7L1250+PR231/P	D2,8	1250	0,6 x	3	10 x	0,1	-	PF-UR-10-05(A)
T5L630+PR221DS	D4	630	0,6	3	10 x	0,1	-	QE-CAG-08

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6L800+TMA	D3,9	800	MIN	MAX	PF-UR-10,05(B)
XT4L250+TMA	D5	250	MIN	MAX	QE-623-03
XT2L160+TMD	D3,4,5,6,7	25	MIN	-	QFN-614-32

p/ PBT-CAG-4.1-4.2

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E6.2H+EkipDip	DG1	6300	0,75 x	3	2 x	0,2	Off	0,1 x	0,4	TR4.1
E2.2H+EkipDip	D9,12	2000	0,8 x	12	5 x	0,1	15 x	0,1 x	0,2	Capacitores
E4.2H+EkipDip	DLINK	3200	1 x	144	-	-	Off	-	-	Interligação

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T7ML1600+PR231/P	D13	1600	0,68 x	3	10 x	0,1	-	QE-CAG-04
T6L1000+PR221DS	D10	1000	0,68 x	3	10 x	0,1	-	QE-CAG-07
T5L630+PR221DS	D1	630	0,76 x	3	10 x	0,1	-	QE-CAG-05
T5L630+PR221DS	D2	630	0,84 x	3	10 x	0,1	-	QE-614-07

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5L400+TMA	D3,4	400	MED	MAX	QE-623-06,614-46
XT4L250+TMA	D5,6,7,14,15,16	200	MIN	MAX	QE-614-11,13,15-614-18,20,01
XT2L160+TMA	D8	25	MIN	MAX	QE-614-48
XT2L160+TMD	D11	160	MIN	-	QE-614-45

FIGURA 5 – VÁLIDA PARA OS PAINEIS PBT-UPS-1,2,3,4, 380 V

- **Lado de 380 V – 1000 kVA (480/380 V) – I_n = 1519 A**
  Disjuntor Geral DG, E2.2B+EkipDip, In = 2000 A, ref. curva 2
  Disparador "L" : I1 = 0,7 x In = 1400 A
  t1 = 12 s
  Disparador "S" : I2 = 5 x In = 10000 A
  t2 = 0,1 s (t=k)
  Disparador "I" : I3 = Off
  Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 200 A
  t4 = 0,4 s (t=k)

- **> Disjuntor de saída D1, T7S1600+PR231/P, In = 1600 A, p/ TR-U-1.3, ref. curva 1**
  Disparador "L" : I1 = 0,72 x In = 1152 A
  t1 = 3 s
  Disparador "I" : I3 = 5 x In = 8000 A
  t2 = 0,1 s (t=k)

Os demais disjuntores do **PBT-UPS-1**, obedecerão as seguintes calibragens:

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T4N320+PR221DS	D2	320	0,76 x	3	10 x	0,1	-	QF-5-RF-4

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
X3TC250+TMD	D3	250	MIN	-	PBT-UPS-GER

P/ PBT-UPS-2

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
E1.2B+EkipDip	DG	2000	0,7 x	3	5 x	0,1	Off	TR-U2.2
T7S1000+PR231/P	D1	1000	0,92 x	3	10 x	0,1	-	QF-U-RF-1

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT1C160+TMD	D7,8	100	MIN	-	QF-U-LINAC,QF-U-FNT-3
XT1C160+TMD	D2,3,4,5,6	80	MED	-	QF-U-380-FNT-1,2,4,5,6

P/ PBT-UPS-3

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

E1.2B+EkipDip	DG	2000	0,7 x	3	5 x	0,1	Off	TR-U3.2
T7S1000+PR231/P	D1	1000	0,92 x	3	10 x	0,1	-	QF-U-RF-2

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT1C160+TMD	D7,8	100	MIN	-	QF-U-220-FNT-8,13
XT1C160+TMD	D2,3,4,5,6	80	MED	-	QF-U-220-FNT-7,9,10,11,12

P/ PBT-UPS-4

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
E1.2B+EkipDip	DG	2000	0,7 x	3	5 x	0,1	Off	TR-U2.2
T7S1000+PR231/P	D1	1000	0,92 x	3	10 x	0,1	-	QF-U-RF-3

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT1C160+TMD	D7,8	100	MIN	-	QF-U-380-FNT-18,19
XT1C160+TMD	D2,3,4,5,6	80	MED	-	QF-U-380-FNT-14,15,16,17,20

FIGURA 6 – VÁLIDA PARA O PAINEL QGBT-N-PROCESSO 2, 380 V

- **Lado de 380 V – 500 kVA (480/380 V) – I_n = 759 A**
  Disjuntor Geral DG, T6N800+TMA, In = 800 A, ref. curva 2
  Disparador "L" : I1 = MED = 0,85 x = 680 A
  Disparador "I" : I3 = MAX = 10 x I1 = 6800 A

- **> Disjuntor de saída D1, T5N400+TMA, In = 400 A, p/ TR-1, ref. curva 1**
  Disparador "L" : I1 = MAX = 1 x = 400 A
  Disparador "I ": I3 = MAX = 10 x I1 = 4000 A

Os demais disjuntores obedecerão as seguintes calibragens :

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
A1A125+TMD	D2,3,4,5	100	MED	-	QF-N-LLC-1B,1C,1D,1E

FIGURA 7 – VÁLIDA PARA O PAINEL PBT-N-LCC-1-2,220 V

- **Lado de 220 V – 1600 kVA (380/220V) – I_n = 4199A**
  Disjuntores Gerais DG1,2, E6.2H+EkipDip, In = 5000 A, ref. curva 2
  Disparador "L" : I1 = 0,75 x In = 3750 A
  t1 = 3 s
  Disparador "S" : I2 = 3 x In = 15000 A
  t2 = 0,1 s (I > I2)
  Disparador "I" : I3 = Off
  Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 500 A
  t4 = 0,4 s (t=k)

- **> Disjuntores de saídas D1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, T5H+PR221DS, In = 630 A, p/ QF-N-LLC-2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G, 2H, ref. curva 1**

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

Disparador "L" : I1 = 0,8 x In = 500 A
t1 = 3 s
Disparador "S" : I2 = 10 x In = 4000 A
t2 = 0,1 s

Os demais disjuntores obedecerão as seguintes calibragens:

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
E2.2H+EkipDip	DLINK	2500	1 x	144	-	-	Off	Interligação

FIGURA 8 – VÁLIDA PARA O PAINEL PBT-N-GERAL-1.1-1.2, 220 V

- **Lado de 220 V – 1000 kVA (380/220V) – I_n = 2624A**
  Disjuntores Gerais DG1, 2, E4.2N+EkipDip, In = 3200 A, ref. curva 2
  Disparador "L" : I1 = 0,75 x In = 2400 A
  t1 = 12 s
  Disparador "S" : I2 = 3 x In = 9600 A
  t2 = 0,1 s (t=k)
  Disparador "I" : I3 = Off
  Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 320 A
  t4 = 0,4 s (t=k)

- **> Disjuntores de saídas D10, 11, T7S+PR231/P, In = 1000 A, QGBT's-N-E-220, N-F-220, ref. curva 1**
  Disparador "L" : I1 = 1 x In = 1000 A
  t1 = 3 s
  Disparador "S" : I2 = 7,5 x In = 7500 A
  t2 = 0,1 s

Os demais disjuntores obedecerão as seguintes calibragens :

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
E1.2B+EkipDip	DLINK	1600	1 x	144	-	-	Off	Interligação

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6N800+TMA	D1,12	800	MED	MED	QGBT-N-A,G,220
T5N630+TMA	D2,3	500	MED	MAX	QGBT-N-B,C,220
T5N630+TMA	D4	400	MED	MAX	QGBT-N-D,220
XT1C160+TMD	D6	125	MED	-	QF-N-614-C/D-220
XT1C160+TMD	D7	100	MED	-	QF-N-614-E/F-220
XT1C160+TMD	D6	125	MED	-	QF-N-614-C/D-220
XT1C160+TMD	D5,8,9	80	MED	-	QF-N-614-A/B,G,AP.ELET-220

FIGURA 9 – VÁLIDA PARA O PAINEL PBT-GER-1, 380 V

- **Lado de 380 V – 1000 kVA – I_n = 1519 A**

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

Disjuntores Geradores DG1, 2, 3, 4, E2.2S+EkipDip, In = 2000 A, ref. curva 2

Disparador "L" : I1 = 0,7 x In = 1400 A
t1 = 12 s
Disparador "S" : I2 = 2 x In = 4000 A
t2 = 0,4 s (t=k)
Disparador "I" : I3 = Off
Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 200 A
t4 = 0,4 s (t=k)

- **Disjuntores de saídas D1, 2, 3, 4, 5 E2.2S+EkipDip, In = 2000 A, ATS's-4, 1, 2, 3, 5, ref. curva 1**

Disparador "L" : I1 = 0,7 x In = 1400 A
t1 = 12 s
Disparador "S" : I2 = 5 x In = 10000 A
t2 = 0,2 s (t=k)
Disparador "I" : I3 = Off
Disparador "G" : I4 = 0,1 x In = 200 A
t4 = 0,2 s (t=k)

Os demais disjuntores obedecerão as seguintes calibragens :

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT3S250+TMD	D6,7	250	MED	-	CT-1,2

"Para os quadros restantes, obedecendo-se o critério adotado acima, teremos os seguintes ajustes:"

PBT-E-CAG-1, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E2.2S+EkipDip	DG	2000	0,7 x	12	5 x	0,1	Off	0,1 x	0,1	ATS-1
T7L1250+PR231/P	D1	1250	0,6 x	3	-	-	8 x	-	-	PF-UR-01A
T4L320+PR221DS	D3	320	1 x	12	-	-	10 x	-	-	TR-6

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6L800+TMA	D2	800	MED	MED	PF-UR-01B
XT2L160+TMA	D5,…,9	100	MED	MAX	QEE-614-08,10,04,06,04A,CAG-02
XT2L160+TMA	D10,11	80	MED	MAX	QEE-614-CAG-04A,01
XT2L160+TMA	D12,…,22	40	MED	MAX	QEE-614-SF-01,…,10,623-08,09

PBT-E-CAG-2, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E2.2S+EkipDip	DG	2000	0,7 x	12	5 x	0,1	Off	0,1 x	0,1	ATS-2
T7L1250+PR231/P	D2	1250	0,6 x	3	-	-	8 x	-	-	PF-UR-02A
T6L1000+PR221DS	D1	1000	0,8 x	3	-	-	10 x	-	-	QEE-CAG-03

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6L800+TMA	D3	800	MED	MED	PF-UR-02B
XT2L160+TMA	D4,…,12	40	MED	MAX	QEE-CAG-07A,614-31,33,29
					QEE -614-SF-11,…,15

PBT-E-CAG-3, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

E2.2S+EkipDip	DG	2000	0,7 x	12	5 x	0,1	Off	0,1 x	0,1	ATS-3
T7L1250+PR231/P	D1	1250	0,6 x	3	-	-	8 x	-	-	PF-UR-03B
T5L630+PR221DS	D2	630	0,8 x	3	-	-	10 x	-	-	PF-UR-03A

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5L630+TMA	D3	630	MED	MED	QEE-614-21A
XT4L250+TMA	D4	200	MED	MAX	QEE-614-22A
XT2L160+TMA	D5,…,10	100	MED	MAX	QEE-614-02,12,14,16,17,19
XT2L160+TMA	D11,…,15	40	MED	MAX	QEE-614-SF-16,…,20
XT2L160+TMA	D16	25	MED	MAX	QEE-614-30

PBT-E-1, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E2.2N+EkipDip	DG	2000	0,7 x	3	5 x	0,1	Off	0,1 x	0,1	ATS-4
T5H630+PR221DS	D9	630	0,8 x	3	-	-	10 x	-	-	QA-UPS-CPD-1A

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5H400+TMA	D8	400	MED	MAX	QA-UPS-CPD-2A
T5H400+TMA	D7	400	MAX	MAX	TR-03
XT1H160+TMD	D2	160	MAX	MAX	QLF-E-PORT.
XT1H160+TMD	D3,4,5,6	100	MED	MAX	QFE-614-CRIOG.1, QLF-E-A.TEC.2,GER.,SUBEST.
XT1H160+TMA	D1,10,11	63	MED	MAX	QL-E-614-C/D,E/F,VENT-TR-1

NOTA:
Os restantes disjuntores In = 50, 40, 32, 25, 20 A, ajustá-los em I1 = MED, I3 = MAX.

PBT-E-2, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E2.2N+EkipDip	DG	2000	0,7 x	3	5 x	0,1	Off	0,1 x	0,1	ATS-5
T5H630+PR221DS	D9	630	0,8 x	3	-	-	10 x	-	-	QA-UPS-CPD-1B

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5H400+TMA	D8	400	MAX	MAX	QA-UPS-ADM
T5H400+TMA	D7	400	MED	MAX	QA-UPS-1B
XT1H160+TMD	D2	160	MED	MAX	QF-E-ABRAND
XT1H160+TMD	D3	100	MED	MAX	QFE-614-CRIOG.2
XT1H160+TMA	D1,4,5,6,15, 15,...,19	63	MED	MAX	QFE-E-623-ELEV-1C,1A,2A,1B, 1D,1E,1G,VENT-TR-2

NOTA: Os restantes disjuntores In = 50, 20 A, ajustá-los em I1 = MED, I3 = MAX.

QA-UPS-CPD-1A, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)	t=k	I3	Circuito
T5N630+PR221DS	DG	630	0,8 x	3	-	-		10 x	PBT-E1

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N630+TMA	D1	500	MED	MAX	QD-UPS-CPD-1A
XT3C250+TMD	D2,3,4	200	MED	MAX	UPS-1.1A,1.2A,1.3A

QA-UPS-CPD-2A, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)	t=k	I3	Circuito
T5N400+PR221DS	DG	400	0,76 x	3	-	-		10 x	PBT-E1
T4N320+PR221DS	DG	320	0,84 x	3	-	-		10 x	QD-UPS-CPD-2A
TIPO	**TAG**	**In(A)**	**I1**		**I3**				**Circuito**
XT3C250+TMD	D2,3	200	MED		MAX				UPS-2.1A,2.2A

QA-UPS-CPD-1B, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)	t=k	I3	Circuito
T5N630+PR221DS	DG	630	0,8 x	3	-	-		10 x	PBT-E2
TIPO	**TAG**	**In(A)**	**I1**		**I3**				**Circuito**
T5N630+TMA	D1	500	MED		MAX				QD-UPS-CPD-1B
XT3C250+TMD	D2,3,4	200	MED		MAX				UPS-1.1B,1.2B,1.3B

QA-UPS-CPD-2B, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)	t=k	I3	Circuito
T5N400+PR221DS	DG	400	0,76 x	3	-	-		10 x	PBT-E2
T4N320+PR221DS	DG	320	0,84 x	3	-	-		10 x	QD-UPS-CPD-2A
TIPO	**TAG**	**In(A)**	**I1**		**I3**				**Circuito**
XT3C250+TMD	D2,3	200	MED		MAX				UPS-2.1B,2.2B

QA-UPS-ADM, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)	t=k	I3	Circuito
T5N400+PR221DS	DG	400	1 x	3	-	-		10 x	PBT-E2
TIPO	**TAG**	**In(A)**	**I1**		**I3**				**Circuito**
T5N400+TMA	D1	400	MAX		MAX				QD-UPS-ADM
XT3C250+TMD	D2,3,4	200	MAX		MAX				UPS-1,2,3

QD-UPS-CPD-1A, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N630+TMA	DG1	500	MED	MAX	QA-UPS-CPD-1A
XT3C250+TMD	DG2,3,4	200	MED	MAX	UPS-1.1A,1.2A,1.3A
A1B125+TMF	D1,…,5	100	-	-	RPP-1.1A,…,1.5A

QD-UPS-CPD-2A, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T4N32+TMA	DG1	320	MED	MAX	QA-UPS-CPD-2A
XT3C250+TMD	DG2,3	200	MED	MAX	UPS-2.1A,2.2A
A1B125+TMF	D1,2,3	100	-	-	RPP-2.1A,2.2A,2.3A

QD-UPS-CPD-1B, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N630+TMA	DG1	500	MED	MAX	QA-UPS-CPD-1B
XT3C250+TMD	DG2,3,4	200	MED	MAX	UPS-1.1B,1.2B,1.3B
A1B125+TMF	D1,…,5	100	-	-	RPP-1.1B,…,1.5B

QD-UPS-CPD-2B, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T4N32+TMA	DG1	320	MED	MAX	QA-UPS-CPD-2B
XT3C250+TMD	DG2,3	200	MED	MAX	UPS-2.1B,2.2B
A1B125+TMF	D1,2,3	100	-	-	RPP-2.1B,2.2B,2.3B

QA-UPS-ADM, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N400+TMA	DG1	400	MAX	MAX	QA-UPS-ADM
XT3C250+TMD	DG2,3,4	200	MAX	MAX	UPS-1,2,3
A1B125+TMF	D1,…,5	20	-	-	QF-U-614-A,B,C,D,E
A1B125+TMF	D6	32	-	-	QFU-632-2
A1B125+TMF	D7	63	-	-	QF-U-A-TEC-A/B
A1B125+TMF	D8,9,10	125	-	-	QF-U-A-TEC-E/F,G,C/D
A1B125+TMF	D11	50	-	-	QFU-623-1
A1B125+TMF	D12,13,14	20	-	-	QF-U-623-1,614-F,G,610-A

QGBT-N-G-AC, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6S800+TMA	DG	800	MED	MAX	PBT-CAG1.1
T5S400+TMA	D1	400	MIN	MAX	QF-623-02
T5S400+TMA	D2	320	MIN	MAX	QF-623-07
XT3S250+TMD	D3	200	MIN	MAX	QE-623-01
XT2S160+TMD	D4,…,9	40	MED	MAX	QE-614-23,…,28

QGBT-N-A, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T5N630+PR221DS	DG	630	0,92 x	3	10 x	0,1	-	PBT-N-GERAL
T5N400+PR221DS	D1	400	0,84 x	3	-	-	10 x	BW-610-1A
T5N400+PR221DS	D2	320	0,84 x	3	-	-	10 x	BW-614-1A

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT1N160+TMD	D9	160	MED	MAX	MBA-06-AG
XT1N160+TMD	D7,8	125	MED	MAX	QLF-N-TEA-619,ADM-619A
XT1N160+TMD	D6	100	MED	MAX	QLF-N-ADM-610A

NOTA:
Os restantes disjuntores In = 50, 20 A, ajustá-los em I1 = MED, I3 = MAX.

QGBT-N-B, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T4N320+PR221DS	DG	320	0,92 x	3	10 x	0,1	-	PBT-N-GERAL

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT3C250+TMD	D1,2	250	MED	MAX	BW-614-1B,2B
XT1NC160+TMD	D3	80	MED	MAX	QLF-N-ADM-619B

QGBT-N-C, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T4N320+PR221DS	DG	320	0,92 x	3	10 x	0,1	-	PBT-N-GERAL

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT3C250+TMD	D1,2	250	MED	MAX	BW-614-1C,2C
XT1C160+TMD	D3	100	MED	MAX	QLF-N-ADM-619C

QGBT-N-D, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T4N320+PR221DS	DG	320	0,92 x	3	10 x	0,1	-	PBT-N-GERAL

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT3S250+TMD	D1	200	MED	MAX	BW-614-1D
XT1S160+TMD	D2	160	MED	MAX	BW-614-2D
XT1S160+TMD	D3	100	MED	MAX	QLF-N-ADM-619D
XT1S160+TMD	D3	63	MED	MAX	QLF-N-IMPL-2

QGBT-N-E, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T5S630+PR221DS	DG	630	0,92 x	3	10 x	0,1	-	PBT-N-GERAL

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5S630+TMA	D1	500	MED	MAX	BW-614-2E
T4S400+TMA	D2	400	MIN	MAX	BW-614-1E
XT1S160+TMD	D3	125	MIN	MAX	QLF-N-ADM-619E

QGBT-N-F, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6N800+TMA	DG	800	MED	MAX	PBT-N-GERAL
T5N400+TMA	D1,2	400	MED	MAX	BW-614-1F,2F
T4N320+TMA	D3,7	320	MED	MAX	BW-614-3F,4F
XT1N160+TMD	D6	125	MIN	MAX	QLF-N-ADM-619F
XT1N160+TMD	D5	80	MAX	MAX	PF-PONTE ROLANTE
XT2N160+TMD	D4	25	MIN	MAX	QLF-N-IMPL-4

QGBT-N-G, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T5N320+PR221DS	D2	320	0,8 x	3	-	-	10 x	BW-614-2G

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N630+TMA	DG	630	MED	MAX	PBT-N-GERAL
T5N400+TMA	D1	400	MED	MAX	BW-614-3F
XT1N160+TMD	D6	125	MIN	MAX	QLF-N-ADM-619G

QGBT-N-PROCESSO-1, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N400+TMA	DG	400	MED	MAX	“QGBT- LINK”
A1A125+TMF	D1,2,3,4	100	-	-	QF-N-LCC-1A,1F,1G,1H

PBT-UPS/GER, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
X3TC250+TMD	DG	250	MIN	-	PBT-UPS-1(CTA-2)
XT1S160+TMD	D1	100	MED	MAX	QG BT-UPS/GER
XT2S160+TMD	D2,3,4,5	40	MIN	MAX	QLF-E-ADM-623D,E,A,B

QGBT-UPS/GER, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT1C160+TMD	DG	100	MED	MAX	PBT-UPS/GER
XT1C160+TMD	D1,2	50	MIN	MAX	QF-E-ADM-623F,G
XT1C160+TMD	D3	32	MIN	MAX	QF-E-ADM-623A

PBT-E-INC, 380 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT3S250+TMD	DG	250	MAX	MAX	PBT-N-GERAL-1/2 (CT-1)
XT3S250+TMD	D1	200	MAX	MAX	QF-E-B. SPRINKLER
XT2S160+TMD	D2	32	MAX	MAX	QF-E-B. HIDRANTE

PBT-UPS-1, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s)t=k	I3	I4	t4(s)t=k	Circuito
E2.2B+EkipDip	DG	2000	0,9 x	3	6 x	0,1	Off	0,1 x	0,2	TR-U1.3

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT1B160+TMD	D1	160	MED	MAX	QF-U-LINC
XT1B160+TMD	D2	125	MED	MAX	QF-U-RAD.FREQ
XT1B160+TMD	D3,…,22	100	MED	MAX	QF-U-FNT-1,…,20

PBT-E-CRIOG, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6N800+TMA	DG	800	MED	MAX	TR-3
A3N400+TMF	D1	320	-	-	QGBT-E-CRIOG
A1B125+TMF	D2,...,6	80	-	-	QF-E-COLD BOX,QF-E-CRG-614B,C,D,E
A1B125+TMF	D7	40	-	-	QLF-E-COLD BOX

QGBT-E-CRIOG, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
A3N400+TMF	DG	320	-	-	PBT-E-CRIOG
A1A125+TMF	D1,2,3,4	80	-	-	QF-E-CRG-614A,F,G,H

QGBT-N-A, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6N800+TMA	DG	800	MED	MED	PBT-N-GERAL
T5N630+TMA	D1	630	MED	MAX	BW-614-1A
T5N400+TMA	D2	400	MED	MAX	BW-614-2A
XT3C250+TMD	D3	200	MAX	MAX	BW-619-1A
XT3C250+TMD	D4	200	MIN	MAX	BW-619-2A

QGBT-N-B, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T4N320+PR221DS	D2	320	0,8 x	3	-	-	10 x	BW-614-1B

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N630+TMA	DG	630	MED	MAX	PBT-N-GERAL
T5N400+TMA	D1	400	MED	MAX	BW-614-2B
XT3C250+TMD	D3	200	MED	MAX	BW-619-1B
XT1B160+TMD	D4	160	MIN	MAX	BW-619-2B

QGBT-N-C, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N630+TMA	DG	500	MED	MAX	PBT-N-GERAL
T5N400+TMA	D1,2	400	MED	MAX	BW-614-1C,2C
XT1B160+TMD	D3,4	160	MED	MAX	BW-619-1C,2C

QGBT-N-D, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N400+TMA	DG	400	MED	MAX	PBT-N-GERAL
T5N400+TMA	D1,2	400	MED	MAX	BW-614-1D
XT1B160+TMD	D2,3,4	160	MED	MAX	BW-614-2D,619-1D,2D

QGBT-N-E, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T7S1000+PR231/P	DG	1000	1 x	3	7,5 x	0,1	-	PBT-N-GERAL
T7S1000+PR231/P	D1	1000	0,8 x	3	-	-	10 x	BW-614-2E
T4N320+PR221DS	D4	320	0,88 x	3	-	-	10 x	BW-614-1E

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT3C250+TMD	D4	250	MED	MAX	BW-619-1E
XT1B160+TMD	D4	160	MIN	MAX	BW-619-2E

QGBT-N-F, 220 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T7S1000+PR231/P	DG	1000	1 x	3	7,5 x	0,1	-	PBT-N-GERAL
T5N630+PR221DS	D1	630	0,8 x	3	-	-	10 x	BW-614-1F

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T5N630+TMA	D2	500	MED	MAX	BW-614-2F
T5N400+TMA	D3,6	400	MED	MAX	BW-614-3F,4F
X3C250+TMD	D4,5	200	MED	MAX	BW-619-1F,2F

QGBT-N-E, 220 V

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

TIPO	TAG	In(A)	I1	t1(s)	I2	t2(s) t=k	I3	Circuito
T5N320+PR221DS	D2	320	0,8 x	3	-	-	10 x	BW-614-1G

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
T6N800+TMA	D1	800	MED	MED	PBT-N-GERAL
T5N500+TMA	D2	400	MED	MAX	BW-614-2G
XT3C250+TMD	D3	200	MAX	MAX	BW-619-1G
XT3C250+TMD	D4	200	MED	MAX	BW-619-2G

QGBT-E-AC-CPD, 460 V

TIPO	TAG	In(A)	I1	I3	Circuito
XT4N400+TMA	DG	400	MIN	MAX	TR-6
XT1C160+TMD	D1	125	MED	MAX	QF-E-614-21
XT1C160+TMD	D2	80	MED	MAX	QF-E-614-22

2.2 SUBESTAÇÃO UNITÁRIA (PROTEÇÃO PRIMÁRIA DO TRANSFORMADOR)

PROTEÇÃO DE FASE

Os limites que obedecemos na definição dos valores de ajustes dos relés de proteção primária dos transformadores, tipo REF615, ABB, seguiram os critérios abaixo:
A curva deverá ficar abaixo de Icc da barra de b.t. refletida em a.t. vezes 0,58 quando da ligação Δ - Y aterrada, por um tempo menor que x seg. (Ponto ANSI), e atender os limites de temperatura dos transformadores quanto aos efeitos térmicos e dinâmicos de acordo com ANSI.

PONTO	TEMPO (s)		CORRENTE (A)
	≤ 500 kVA	> 500 kVA	
1	$1250 \cdot Z^2_{tr}$	2	I_n / Z_{tr}
2	-	4,08	$0,7\ I_n / Z_{tr}$
3	-	$2551 \cdot Z^2_{tr}$	$0,7\ I_n / Z_{tr}$
4	50	50	$5 \cdot I_n$

A curva deverá ficar acima da corrente transitória de magnetização igual a 12 x In do trafo, por um tempo igual a 0,1 seg.
A curva deverá ser coordenada em relação a curva da proteção geral de 480 V.
Não atuar instantaneamente para a corrente de c.c. trifásica assimétrica do lado de baixa tensão refletida em média tensão.
Estar abaixo da curva de suportabilidade dos cabos de Al, classe de tensão 8,7/15 kV, isolação EPR, de alimentação dos trafos, nas condições de curto circuito mostradas nas figuras 1 a 4.

$$Icc = \frac{0,22 \times A}{\sqrt{t}} \times \sqrt{\log \frac{(228 + Tf)}{(228 + Ti)}}$$, onde;

A = área do condutor em mm²
t = tempo de duração do defeito em segundos
Tf = temperatura máxima admissível no condutor em regime de c. c. (250°C)
Ti = temperatura máxima admissível no condutor em regime de normal (105°C)
Icc = máxima corrente de curto circuito (kA)

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

PROTEÇÃO DE TERRA

As correntes de fuga a terra são limitadas no sistema de 11,4kV por resistores de aterramento, instalados entre Neutro dos Transformadores/Terra da SE-138/11,4 kV,WEG, limitando a corrente ao valor máximo de 400 A.
Ajustaremos os relés a partir de 10A, utilizando-se da característica da curva de tempo definido, obedecendo seletividade com relé a montante tipo SEL-751A, ajustado conforme Estudo de Seletividade WEG, R562-SUB-PE-RT-0903 , em;

Figura 10 , ref. Curva 3

I > = 20 A
Curva = TD
t > = 0,3 s

FUNÇÕES E AJUSTES DISPONÍVEIS NO RELÉ REF615 UTILIZADOS

FASE

PHLPTOC (I >)	- 0,05,...,5,00 x In
CURVA	- 1,...,19 (definimos 12 = IEC Extr. Inv.)
MULTIPLICADOR	- 0,05,...,15,00
PHHPTOC (I >>)	- 0,05,...,40,00 x In
CURVA	- 1,...,19 (definimos 5 = ANSI Tempo Def.)
PHIPTOC (I >>)	- 0,10,...,40,00 x In

TERRA

EFLPTOC (IE >)	- 0,010,...,5,00 x In
CURVA	- 1,...,19 (definimos 5 = ANSI Tempo Def.)

● **Trafo TR-6.1, 3000/4200 kVA, PMT-GERAL, Relé R1.6**

Parâmetros Gerais

Ajustes de entrada analógica, corrente de fase
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A
- Corrente nominal = 200 A

Ajustes de entrada analógica, corrente residual
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A

Ajustes gerais
- Frequência = 60 Hz
- Rotação de fase = ABC

Sobrecorrente de Fase – 50/51, Figura 1, ref. curva 3

PHLPTOC1
I > = 0,65 x In = 195 A
Curva = 12
t > = 0,3

PHHPTOC1
I >> = 2,05 x In = 615 A

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

Curva = 5
t >> = 250 ms
PHIPTOC1
I >>> = 8,00 x In = 2400 A

Sobrecorrente de Terra –51N, Figura 10, ref. curva 1
EFLPTOC1
I > = 0,035 x In = 10,5 A
Curva = 5
t > = 100 ms

● **Trafo TR-7.1, 2500/3000 kVA, PMT-GERAL, Relé R1.8**

Parâmetros Gerais
Ajustes de entrada analógica, corrente de fase
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A
- Corrente nominal = 150 A

Ajustes de entrada analógica, corrente residual
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A

Ajustes gerais
- Frequência = 60 Hz
- Rotação de fase = ABC

Sobrecorrente de Fase – 50/51, Figura 2, ref. curva 3
PHLPTOC1
I > = 0,55 x In = 165 A
Curva = 12
t > = 0,3
PHHPTOC1
I >> = 2,05 x In = 615 A
Curva = 5
t >> = 250 ms
PHIPTOC1
I >>> = 6,65 x In = 1995 A

Sobrecorrente de Terra –51N, Figura 10, ref. curva 1
EFLPTOC1
I > = 0,035 x In = 10,5 A
Curva = 5
t > = 100 ms

● **Trafo TR-1.4, 2500/3000 kVA, PMT-GERAL, Relé R1.8**

Parâmetros Gerais
Ajustes de entrada analógica, corrente de fase
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

- Corrente nominal = 150 A
Ajustes de entrada analógica, corrente residual
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A
Ajustes gerais
- Frequência = 60 Hz
- Rotação de fase = ABC

Sobrecorrente de Fase – 50/51, Figura 3, ref. curva 3
PHLPTOC1
I > = 0,55 x In = 165 A
Curva = 12
t > = 0,4
PHHPTOC1
I >> = 2,05 x In = 615 A
Curva = 5
t >> = 250 ms
PHIPTOC1
I >>> = 5,65 x In = 1695 A

Sobrecorrente de Terra –51N, Figura 10, ref. curva 1
EFLPTOC1
I > = 0,035 x In = 10,5 A
Curva = 5
t > = 100 ms

● **Trafo TR-1.1,2.1,3.1,4.1, 3000/3750 kVA, PMT-CAG, Relés R2.4,6,8,10**

Parâmetros Gerais
Ajustes de entrada analógica, corrente de fase
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A
- Corrente nominal = 200 A
Ajustes de entrada analógica, corrente residual
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A
Ajustes gerais
- Frequência = 60 Hz
- Rotação de fase = ABC

Sobrecorrente de Fase – 50/51, Figura 4, ref. curva 3
PHLPTOC1
I > = 0,65 x In = 195 A
Curva = 12
t > = 0,3
PHHPTOC1
I >> = 2,05 x In = 615 A
Curva = 5
t >> = 250 ms

LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

PHIPTOC1
I >>> = 8,00 x In = 1995 A
Sobrecorrente de Terra –51N, Figura 10, ref. curva 1
EFLPTOC1
I > = 0,035 x In = 10,5 A
Curva = 5
t > = 100 ms

● **Trafo TR-8.1,8.2,8.3 300 kVA, PMT-CAG, Relés R2.12,1.13,2.14**

Parâmetros Gerais
Ajustes de entrada analógica, corrente de fase
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A
- Corrente nominal = 30 A

Ajustes de entrada analógica, corrente residual
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 300 A

Ajustes gerais
- Frequência = 60 Hz
- Rotação de fase = ABC

Sobrecorrente de Fase
PHLPTOC1
I > = 0,06 x In = 18 A
Curva = 12
t > = 0,3
PHIPTOC1
I >>> = 1,2 x In = 360 A
Sobrecorrente de Terra –51N
EFLPTOC1
I > = 0,035 x In = 10,5 A
Curva = 5
t > = 100 ms

2.3 RELÉS DOS DISJUNTORES DE ENTRADA/GERAL DOS PAINEIS DE DISTRIBUIÇÃO PMT-GERAL, PMT-CAG

Os Unifilares Simplificados nos mostram que nos circuitos de alimentação em 11,4 kV, temos 3(três) relés de proteção em série (redundâncias), e devido aos ajustes definidos pela WEG nos relés de proteção de saídas **(RPMTG e RPMTCAG)** para os PMT's,

RPTMG, SEL 751A, Figura 11, ref. curva 4

I51 > = 552 A
Curva = VI
t > = 0,34
I50 >> = 800 A
Curva = TD
t >> = 350 ms
I51N > = 20 A
Curva = TD
t >> = 300 ms

RPTMCAG, SEL 751A, Figura 12, ref. curva 4

I51 > = 200 A
Curva = TD
t > = 300 ms

torna-se impossível criar-se uma proteção seletiva entre os mesmos, além do que temos 2(dois) relés de entrada **(R1.1 e R1.3, PMT-GERAL, e R2.1 e R2.3, PMT-CAG)**, para as mesmas funções.
Dessa forma calibraremos os 2(dois) relés dos respectivos PMT's com os mesmos ajustes, com valores menores que os relés a montante, obedecendo-se os seguintes critérios abaixo, agravados pelo tempo de atuação em 350 ms para os relés de fase e 300 ms para os de neutro, dos relés **(RPMTG e RPMTCAG)**, sacrificando tambem a coordenação total dos disjuntores de baixa tensão.
O estudo partiu utilizando-se dos valores acima, pois o estudo WEG está aprovado pelo cliente.

PROTEÇÃO DE FASE

1) O ajuste temporizado deverá estar acima da corrente de máximo consumo, considerada a soma das potências dos transformadores em regime nominal (sem ventilação foçada).

- p/ PMT-GERAL, $I = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 11,4} = 379,8$ A
- p/ PMT-CAG, $I = \frac{12900}{\sqrt{3} \cdot 11,4} = 653,3$ A

2) Não atuar quando da energização simultânea dos transformadores.
3) Suas curvas deverão estar acima das curvas de proteção a jusante, mantendo-se um intervalo mínimo se possível de 200 ms, nos pontos de correntes de curto circuito consideradas.

PROTEÇÃO DE TERRA

As correntes de fuga a terra são limitadas no sistema de 11,4kV por resistores de aterramento, instalados entre Neutro dos Transformadores/Terra da SE-138/11,4 kV,WEG, limitando a corrente ao valor máximo de 400 A.
Ajustaremos os relés abaixo de 20A, utilizando-se da característica da curva de tempo definido, valor este definido pelo estudo WEG.

PMT-GERAL, relés REF615, R1.1, R1.3

Parâmetros Gerais

Ajustes de entrada analógica, corrente de fase
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 800 A
- Corrente nominal = 400 A

Ajustes de entrada analógica, corrente residual
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 800 A

Ajustes gerais
- Frequência = 60 Hz
- Rotação de fase = ABC

Sobrecorrente de Fase – 50/51, Figura 11, ref. curvas 2, 3

PHLPTOC1

I > = 0,5 x In = 400 A
Curva = 12
t > = 0,2

PHHPTOC1

I >> = 1,0 x In = 800 A
Curva = 5
t >> = 300 ms

Sobrecorrente de Terra –51N, Figura 10, ref. curvas 2, 3

EFLPTOC1

I > = 0,02 x In = 16 A
Curva = 5
t > = 200 ms

PMT-CAG, relés REF615, R2.1, R2.3

Parâmetros Gerais

Ajustes de entrada analógica, corrente de fase
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 800 A
- Corrente nominal = 600 A

Ajustes de entrada analógica, corrente residual
- Corrente secundária = 5 A
- Corrente primária = 800 A

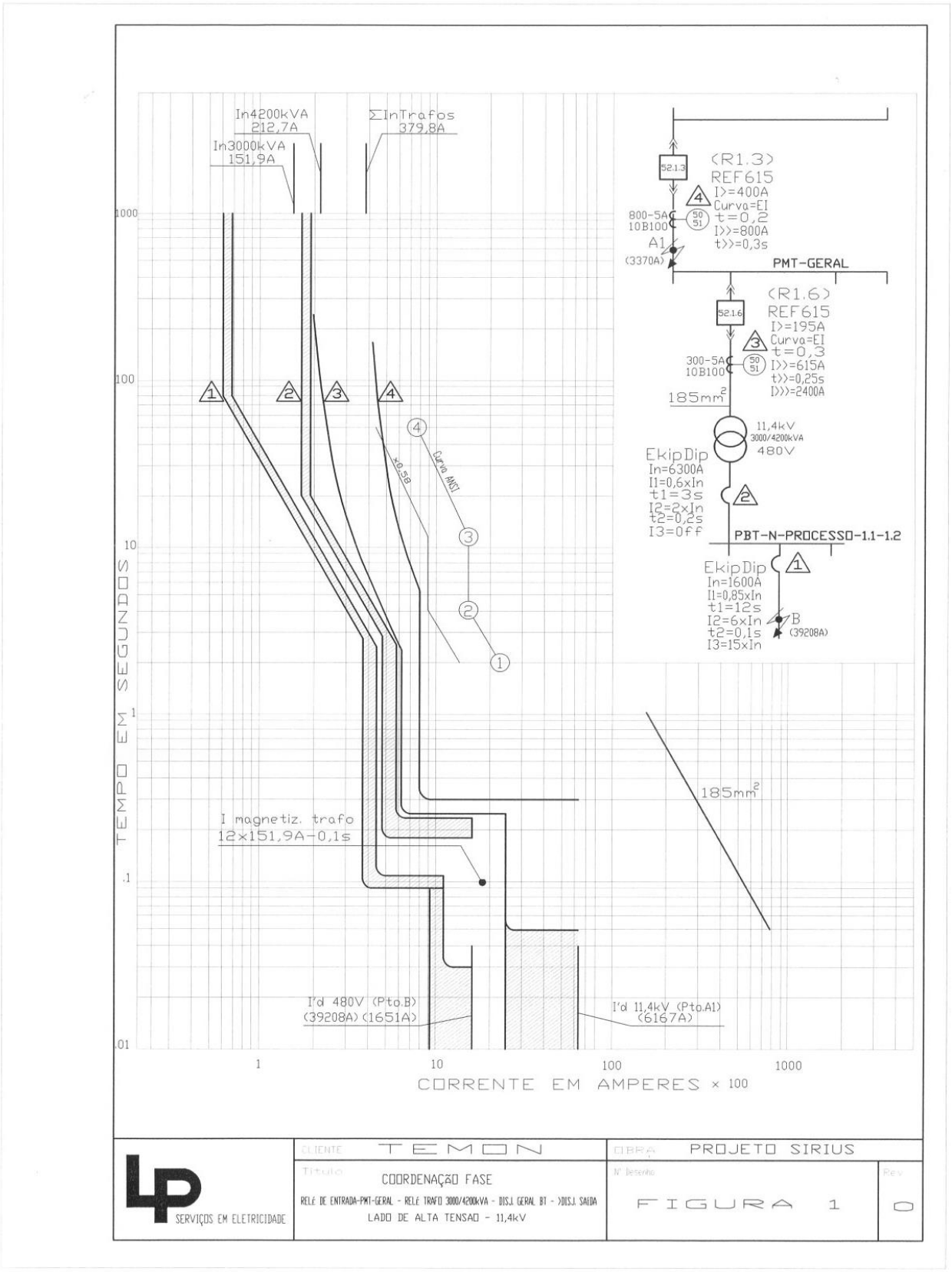
LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

Ajustes gerais
- Frequência = 60 Hz
- Rotação de fase = ABC

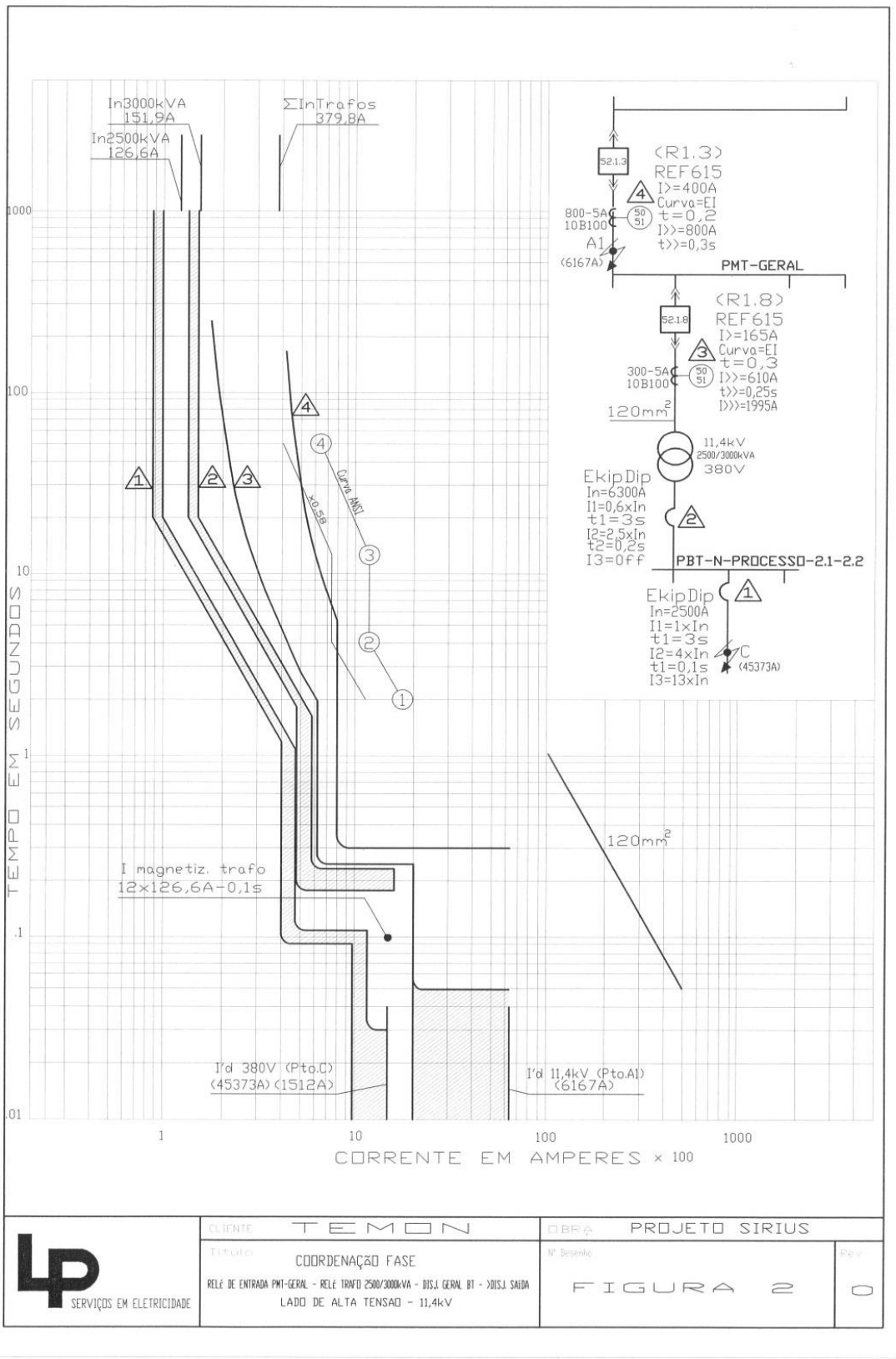
Sobrecorrente de Fase – 50/51, Figura 12, ref. curvas 2, 3
PHLPTOC1
I > = 0,82 x In = 656 A
Curva = 12
t > = 0,1
PHHPTOC1
I >> = 0,9 x In = 720 A
Curva = 5
t >> = 300 ms
Sobrecorrente de Terra –51N, Figura 10, ref. curvas 2, 3
EFLPTOC1
I > = 0,02 x In = 16 A
Curva = 5
t > = 200 ms

3. COORDENOGRAMAS

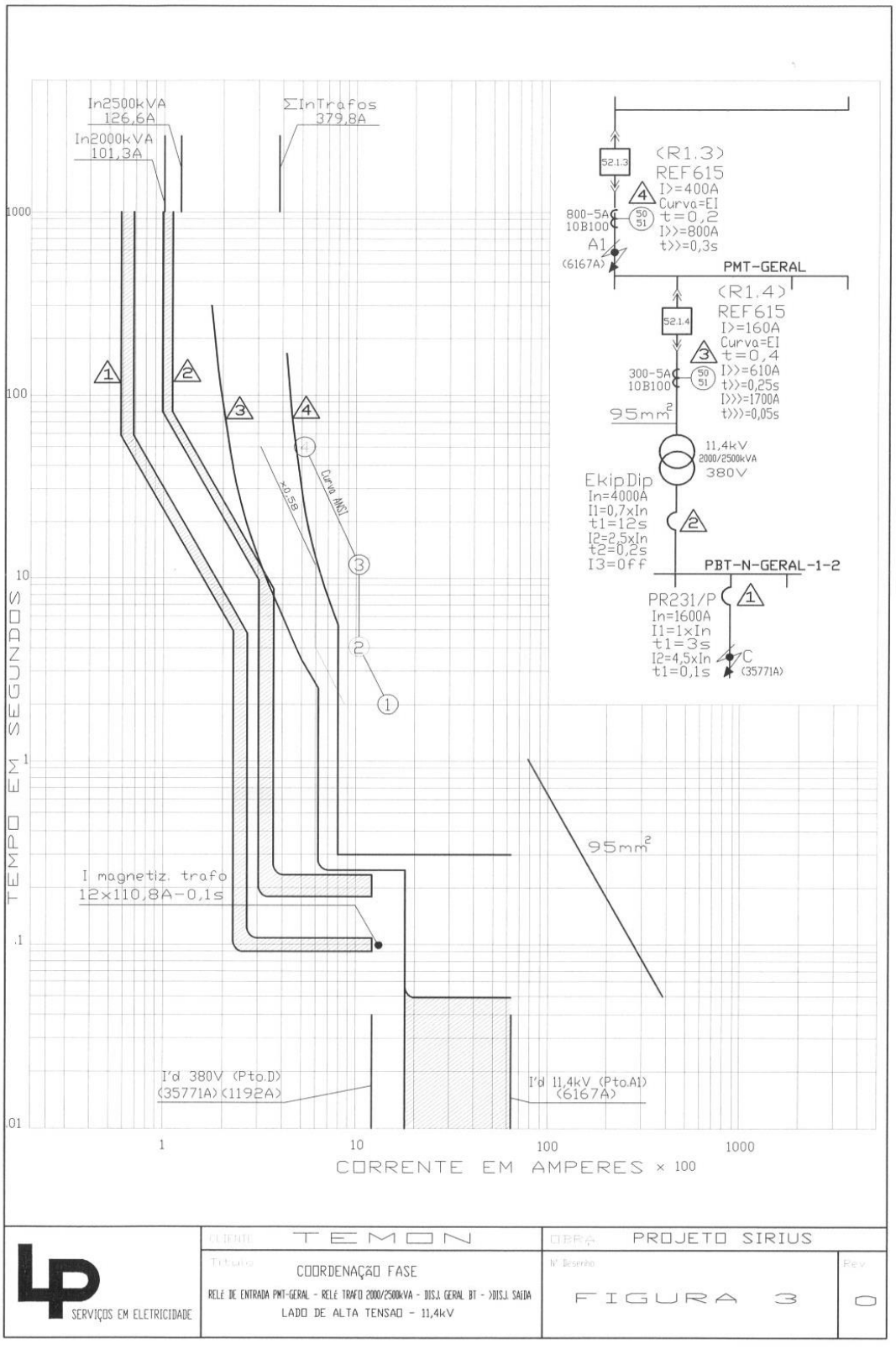
LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

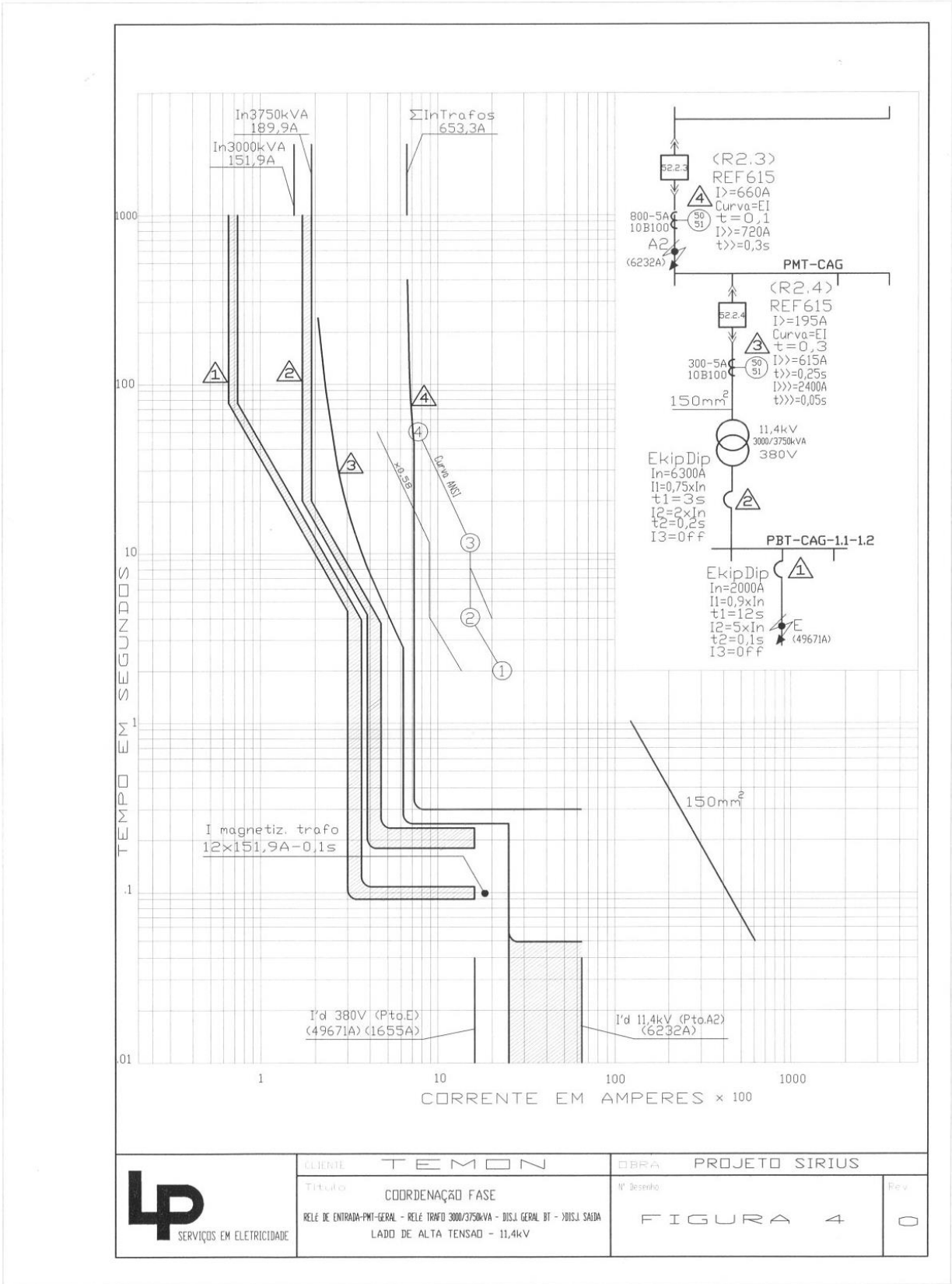


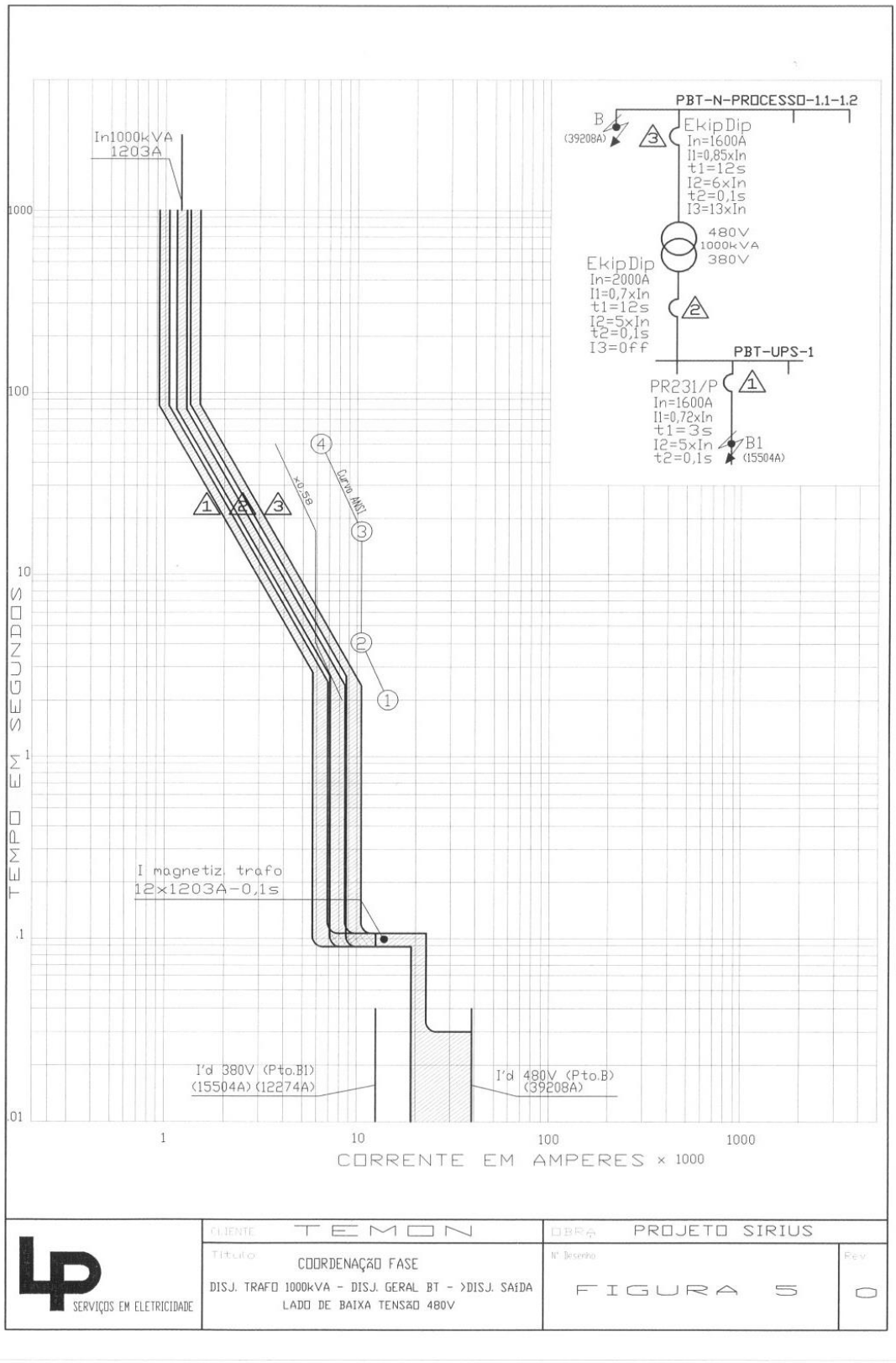
LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300

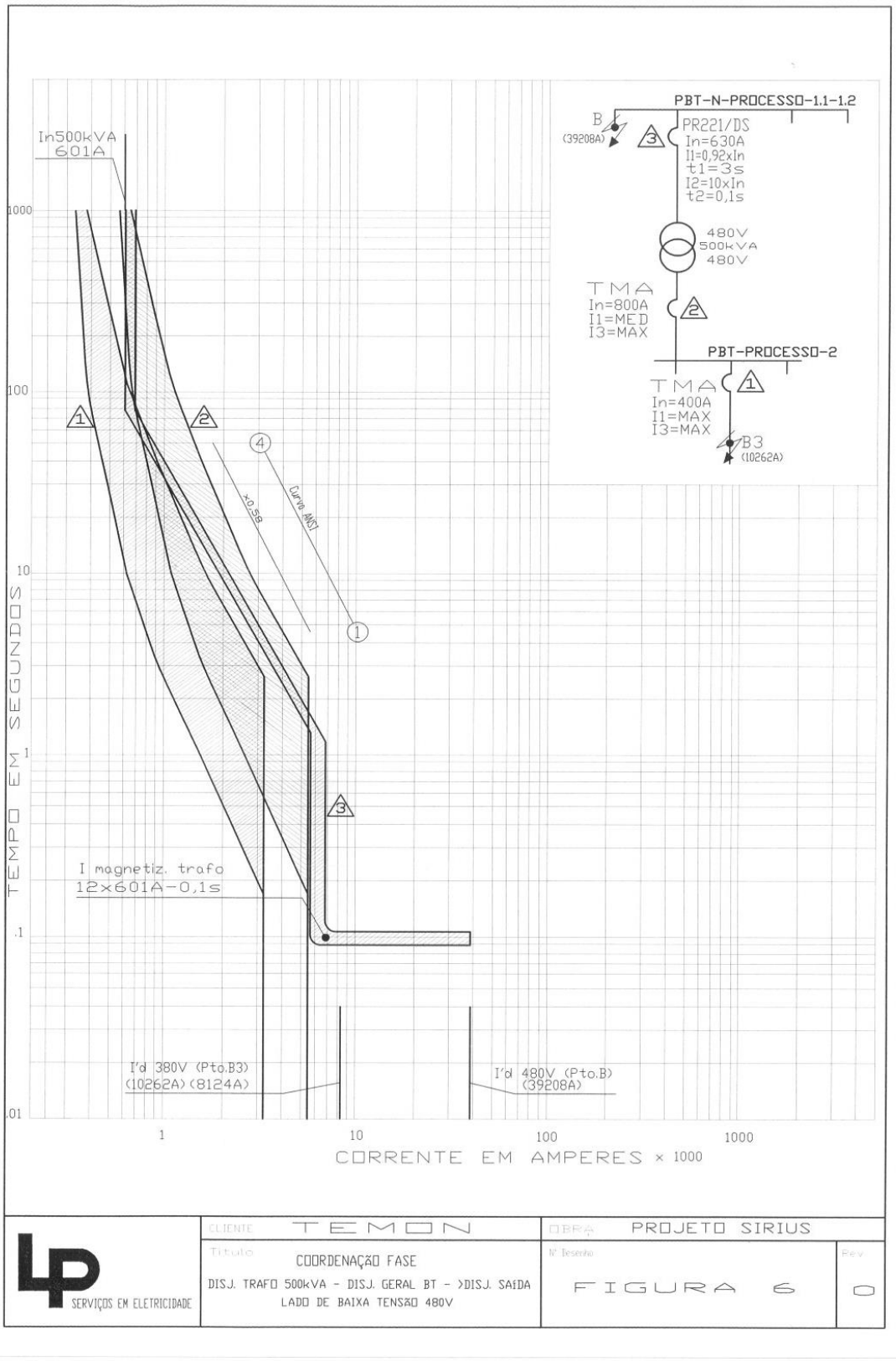


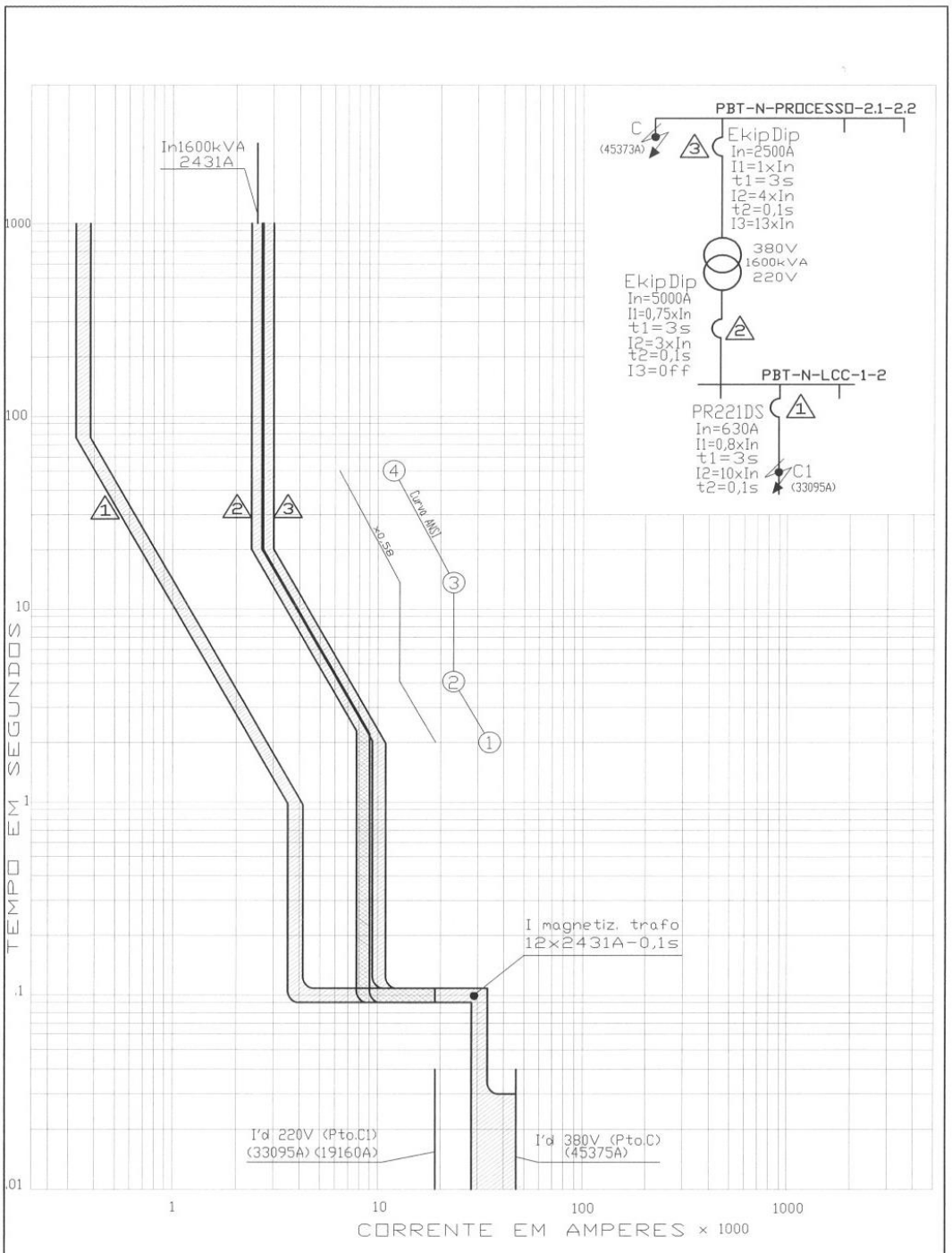
LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300


In2500kVA
126,6A
In2000kVA
101,3A
ΣInTrafos
379,8A
(R1.3)
REF615
I>=400A
Curva=EI
t=0,2
I>>=800A
t>>=0,3s
800-5A
10B100
A1
(6167A)
PMT-GERAL
(R1.4)
REF615
I>=160A
Curva=EI
t=0,4
I>>=610A
t>>=0,25s
I>>>=1700A
t>>>=0,05s
300-5A
10B100
95mm²
11,4kV
2000/2500kVA
380V
EkipDip
In=4000A
I1=0,7xIn
t1=12s
I2=2,5xIn
t2=0,2s
I3=Off
PBT-N-GERAL-1-2
PR231/P
In=1600A
I1=1xIn
t1=3s
I2=4,5xIn
t1=0,1s
C
(3577IA)
Curva ANSI
x0,58
I magnetiz. trafo
12x110,8A-0,1s
95mm²
I'd 380V (Pto.D)
(35771A)(1192A)
I'd 11,4kV (Pto.A1)
(6167A)
TEMPO EM SEGUNDOS
CORRENTE EM AMPERES x 100
1000
100
10
1
.1
.01
1
10
100
1000
SERVIÇOS EM ELETRICIDADE
CLIENTE TEMON
OBRA PROJETO SIRIUS
Título COORDENAÇÃO FASE
RELÉ DE ENTRADA PMT-GERAL - RELÉ TRAFO 2000/2500kVA - DISJ. GERAL BT - >DISJ. SAÍDA
LADO DE ALTA TENSÃO - 11,4kV
Nº Desenho FIGURA 3
Rev 0

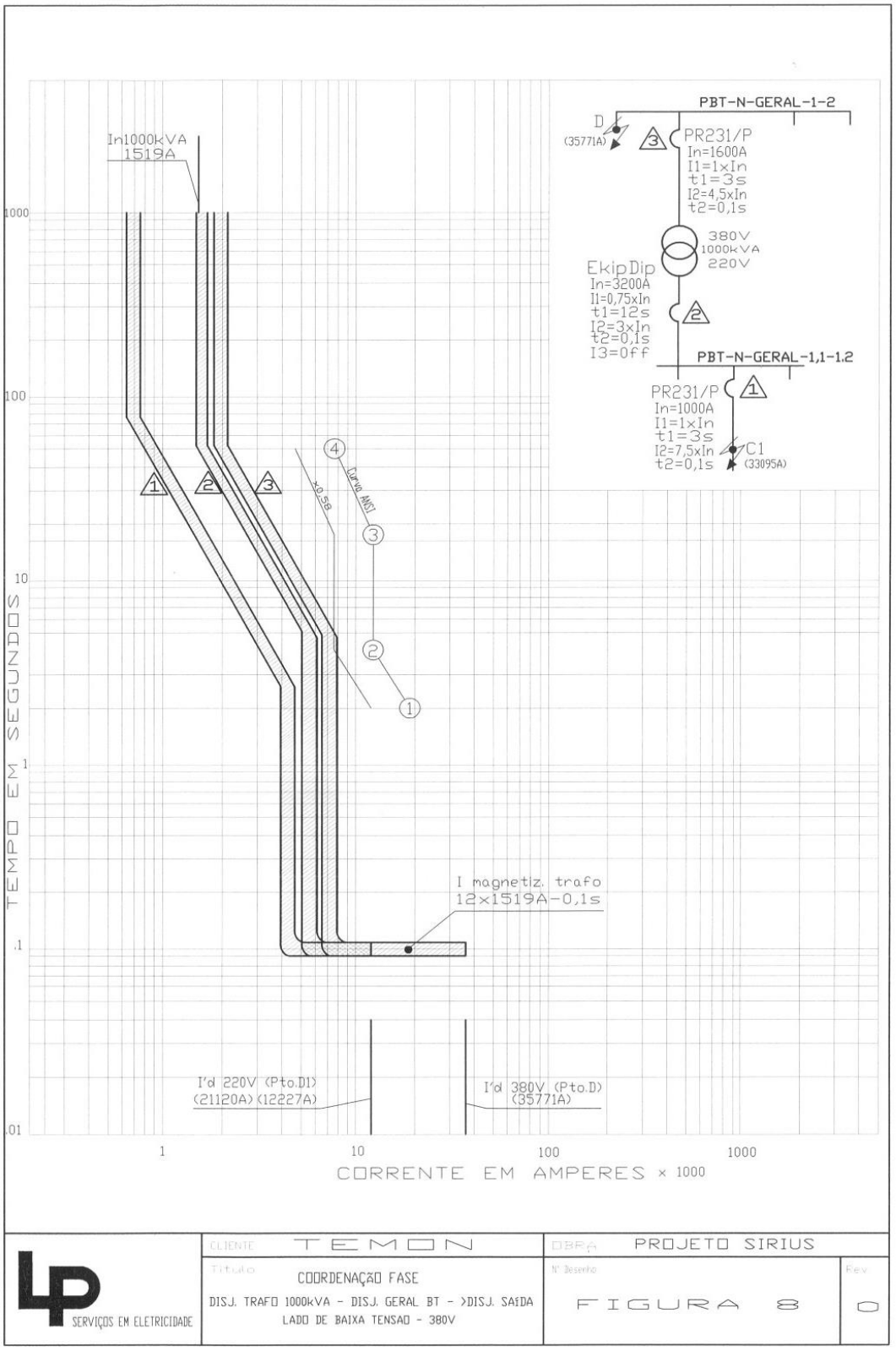

In3750kVA
189,9A
In3000kVA
151,9A
ΣInTrafos
653,3A
(R2.3)
REF615
I>=660A
Curva=EI
t=0,1
I>>=720A
t>>=0,3s
800-5A
10B100
A2
(6232A)
PMT-CAG
(R2.4)
REF615
I>=195A
Curva=EI
t=0,3
I>>=615A
t>>=0,25s
I>>>=2400A
t>>>=0,05s
300-5A
10B100
150mm²
11,4kV
3000/3750kVA
380V
EkipDip
In=6300A
I1=0,75xIn
t1=3s
I2=2xIn
t2=0,2s
I3=Off
PBT-CAG-1.1-1.2
EkipDip
In=2000A
I1=0,9xIn
t1=12s
I2=5xIn
t2=0,1s
I3=Off
E
(49671A)
x0,98
Curva ANSI
I magnetiz. trafo
12x151,9A-0,1s
150mm²
I'd 380V (Pto.E)
(49671A) (1655A)
I'd 11,4kV (Pto.A2)
(6232A)
TEMPO EM SEGUNDOS
CORRENTE EM AMPERES x 100
1000
100
10
1
.1
.01
1
10
100
1000
CLIENTE TEMON
OBRA PROJETO SIRIUS
Título
COORDENAÇÃO FASE
RELÉ DE ENTRADA-PMT-GERAL - RELÉ TRAFO 3000/3750kVA - DISJ. GERAL BT - DISJ. SAÍDA
LADO DE ALTA TENSAO - 11,4kV
Nº Desenho
FIGURA 4
Rev.
0
SERVIÇOS EM ELETRICIDADE


PBT-N-PROCESSO-1.1-1.2
B
(39208A)
EkipDip
In=1600A
I1=0,85xIn
t1=12s
I2=6xIn
t2=0,1s
I3=13xIn
480V
1000kVA
380V
EkipDip
In=2000A
I1=0,7xIn
t1=12s
I2=5xIn
t2=0,1s
I3=Off
PBT-UPS-1
PR231/P
In=1600A
I1=0,72xIn
t1=3s
I2=5xIn
t2=0,1s
B1
(15504A)
In1000kVA
1203A
Curva ANSI
x0,58
I magnetiz. trafo
12x1203A-0,1s
I'd 380V (Pto.B1)
(15504A) (12274A)
I'd 480V (Pto.B)
(39208A)
TEMPO EM SEGUNDOS
CORRENTE EM AMPERES x 1000
1000
100
10
1
.1
.01
1
10
100
1000
CLIENTE
TEMON
OBRA
PROJETO SIRIUS
Título
COORDENAÇÃO FASE
DISJ. TRAFO 1000kVA - DISJ. GERAL BT - >DISJ. SAÍDA
LADO DE BAIXA TENSÃO 480V
Nº Desenho
FIGURA 5
Rev
0
SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

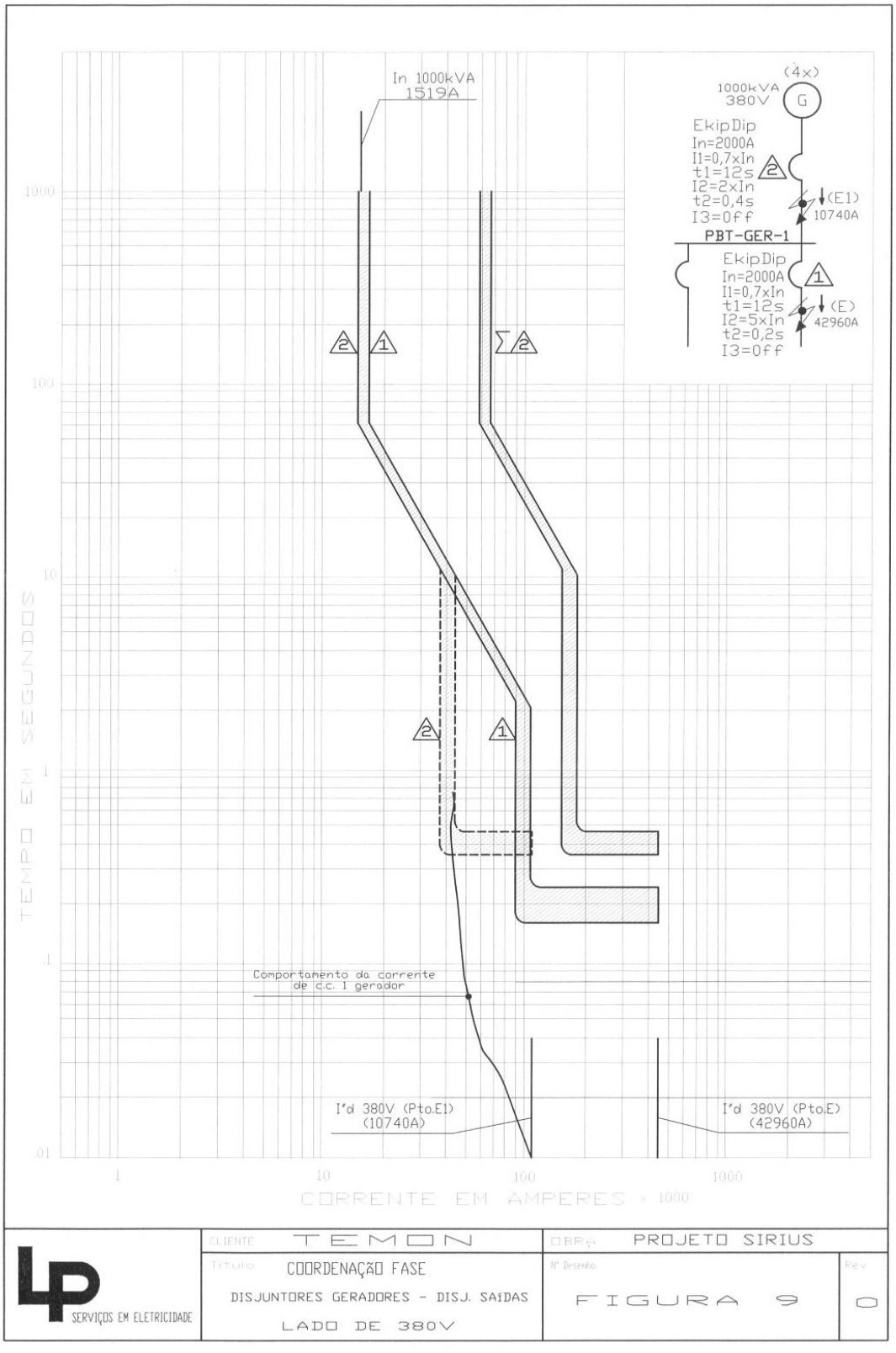

PBT-N-PROCESSO-1.1-1.2
B
(39208A)
PR221/DS
In=630A
I1=0,92xIn
t1=3s
I2=10xIn
t2=0,1s
480V
500kVA
480V
TMA
In=800A
I1=MED
I3=MAX
PBT-PROCESSO-2
TMA
In=400A
I1=MAX
I3=MAX
B3
(10262A)
In500kVA
601A
1000
100
10
1
.1
.01
TEMPO EM SEGUNDOS
x0,58
Curva ANSI
I magnetiz. trafo
12x601A-0,1s
I'd 380V (Pto.B3)
(10262A) (8124A)
I'd 480V (Pto.B)
(39208A)
1
10
100
1000
CORRENTE EM AMPERES x 1000
SERVIÇOS EM ELETRICIDADE
CLIENTE
TEMON
OBRA
PROJETO SIRIUS
Titulo
COORDENAÇÃO FASE
DISJ. TRAFO 500kVA - DISJ. GERAL BT - >DISJ. SAÍDA
LADO DE BAIXA TENSÃO 480V
Nº Desenho
FIGURA 6
Rev
0

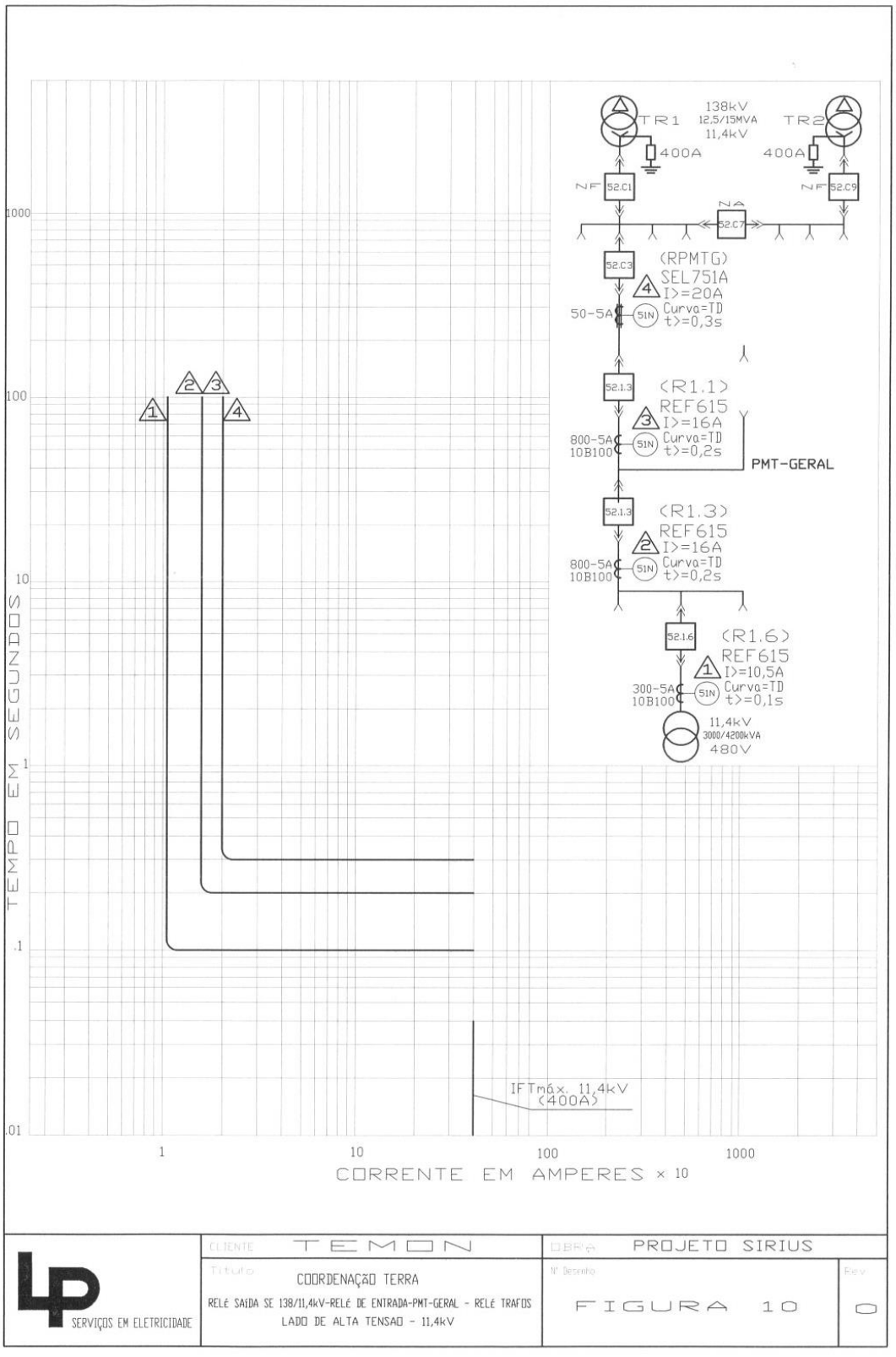


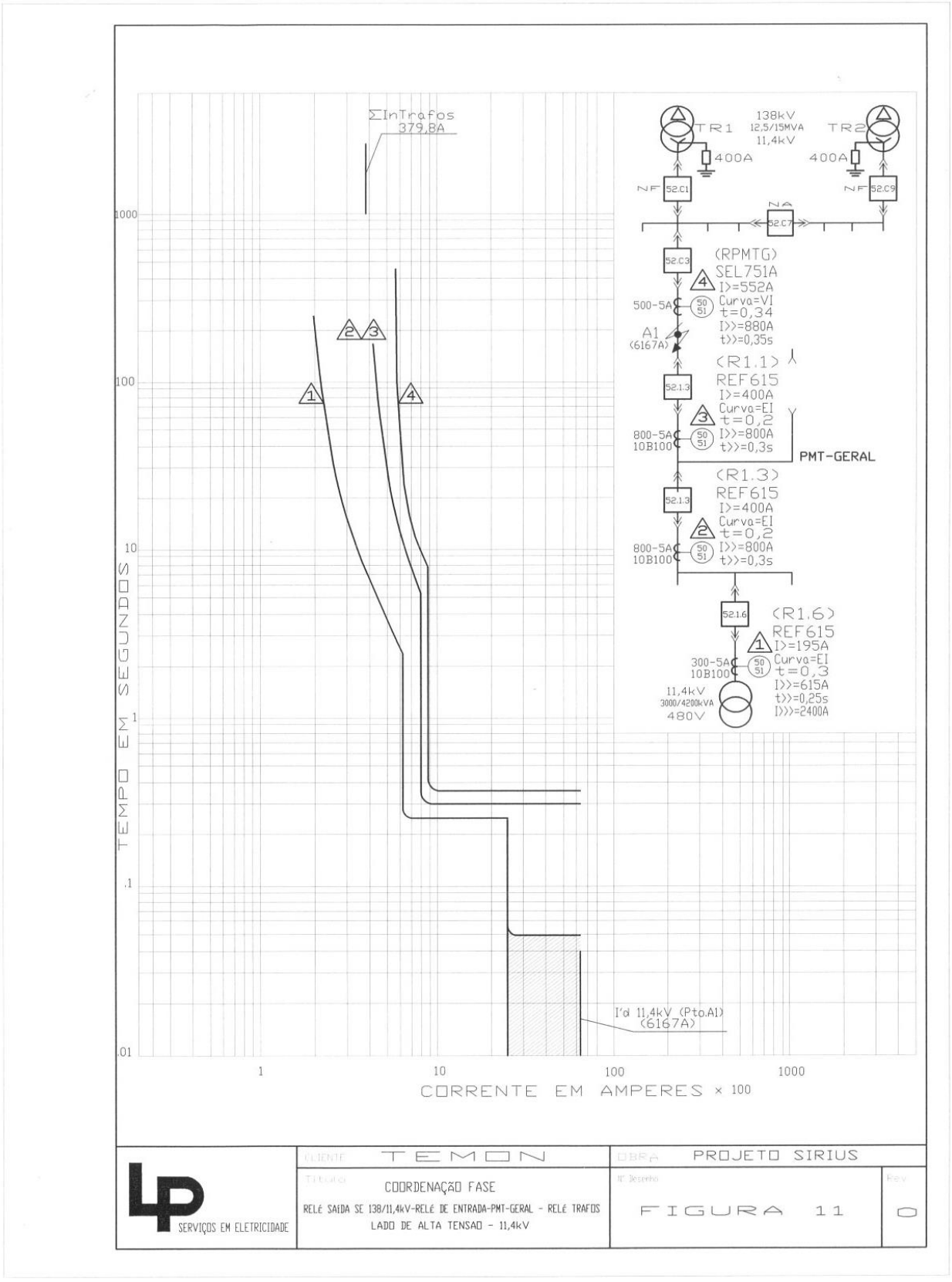
SERVIÇOS EM ELETRICIDADE	CLIENTE: TEMON	OBRA: PROJETO SIRIUS
	Título: COORDENAÇÃO FASE DISJ. TRAFO 1600kVA - DISJ. GERAL BT - >DISJ. SAÍDA LADO DE BAIXA TENSÃO - 380V	Nº Desenho: FIGURA 7 — Rev: 0



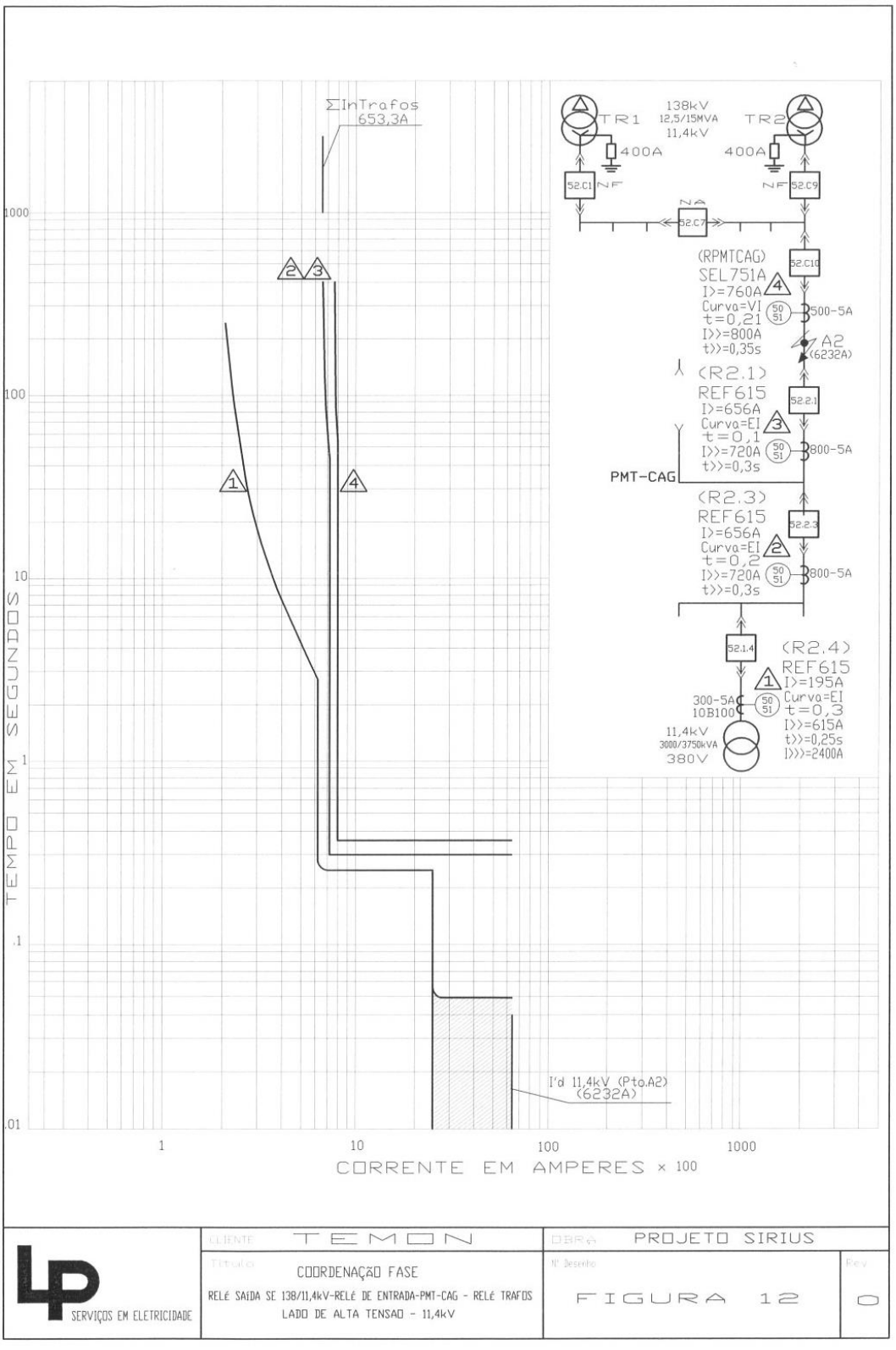
LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300


In 1000kVA
1519A
(4x)
1000kVA
380V
G
EkipDip
In=2000A
I1=0,7xIn
t1=12s
I2=2xIn
t2=0,4s
I3=Off
(E1)
10740A
PBT-GER-1
EkipDip
In=2000A
I1=0,7xIn
t1=12s
I2=5xIn
t2=0,2s
I3=Off
(E)
42960A
TEMPO EM SEGUNDOS
CORRENTE EM AMPERES x 1000
Comportamento da corrente de c.c. 1 gerador
I"d 380V (Pto.E1) (10740A)
I"d 380V (Pto.E) (42960A)
CLIENTE TEMON
OBRA PROJETO SIRIUS
Título COORDENAÇÃO FASE
DISJUNTORES GERADORES - DISJ. SAIDAS
LADO DE 380V
Nº Desenho FIGURA 9
Rev. 0
SERVIÇOS EM ELETRICIDADE


TR1
138kV
12,5/15MVA
11,4kV
TR2
400A
400A
NF
52.C1
NA
52.C7
NF
52.C9
52.C3
(RPMTG)
SEL751A
I>=20A
Curva=TD
t>=0,3s
50-5A
51N
52.1.3
(R1.1)
REF615
I>=16A
Curva=TD
t>=0,2s
800-5A
10B100
51N
PMT-GERAL
52.1.3
(R1.3)
REF615
I>=16A
Curva=TD
t>=0,2s
800-5A
10B100
51N
52.1.6
(R1.6)
REF615
I>=10,5A
Curva=TD
t>=0,1s
300-5A
10B100
51N
11,4kV
3000/4200kVA
480V
1000
100
10
1
.1
.01
TEMPO EM SEGUNDOS
1
2
3
4
IFTmáx. 11,4kV
(400A)
1
10
100
1000
CORRENTE EM AMPERES × 10
SERVIÇOS EM ELETRICIDADE
CLIENTE
TEMON
OBRA
PROJETO SIRIUS
Título
COORDENAÇÃO TERRA
RELÉ SAÍDA SE 138/11,4kV-RELÉ DE ENTRADA-PMT-GERAL - RELÉ TRAFOS
LADO DE ALTA TENSÃO - 11,4kV
Nº Desenho
FIGURA 10
Rev.
0

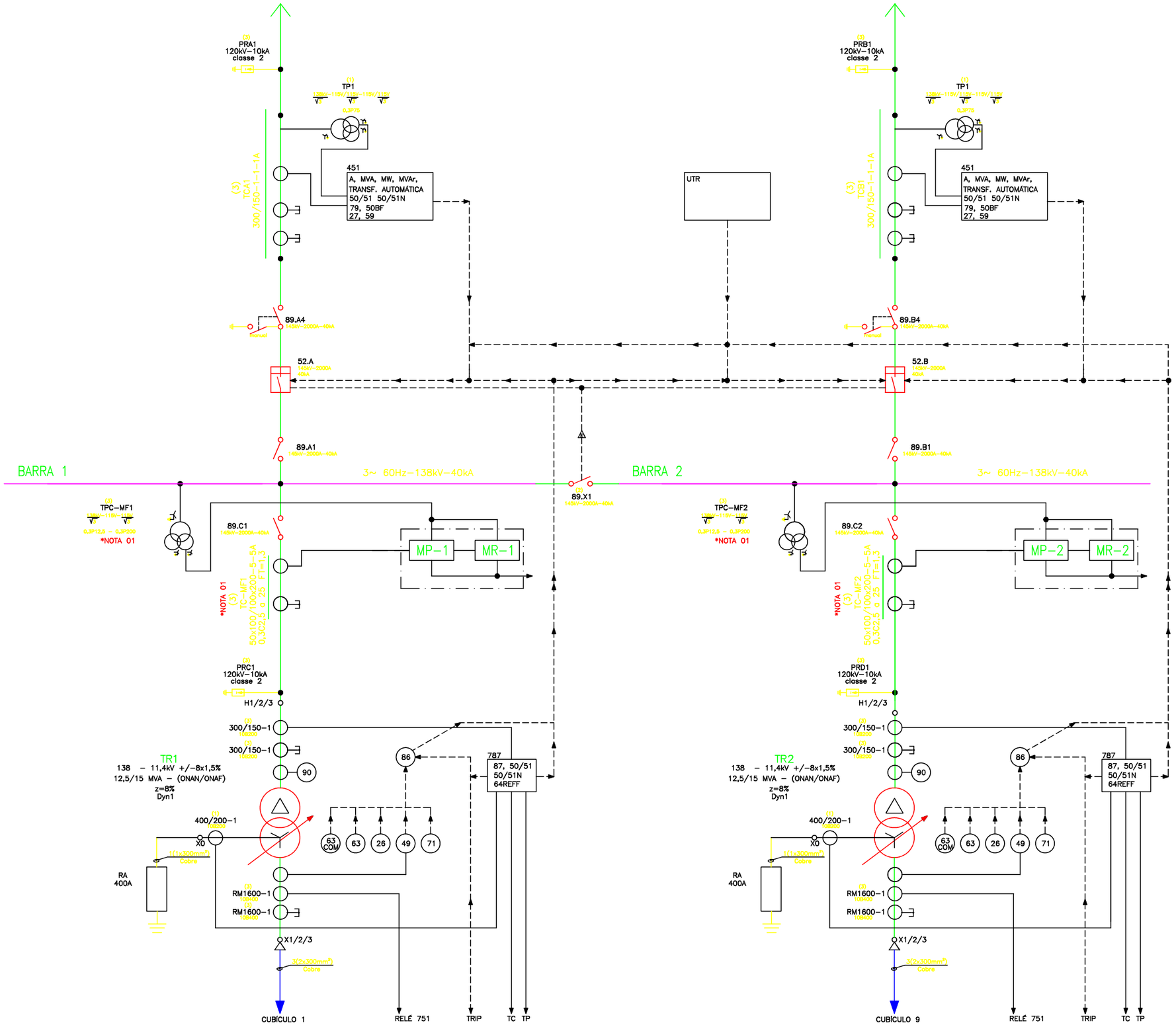


LUIZ PASSOS Serviços em Eletricidade SS Ltda - ME
(011) 99226-6946 / ☎ (011) 4093-5300


ΣInTrafos
653,3A
TR1
138kV
12,5/15MVA
11,4kV
TR2
400A
400A
52.C1
52.C9
52.C7
(RPMTCAG)
SEL751A
I>=760A
Curva=VI
t=0,21
I>>=800A
t>>=0,35s
500-5A
A2
(6232A)
52.C10
(R2.1)
REF615
I>=656A
Curva=EI
t=0,1
I>>=720A
t>>=0,3s
800-5A
PMT-CAG
52.2.1
(R2.3)
REF615
I>=656A
Curva=EI
t=0,2
I>>=720A
t>>=0,3s
800-5A
52.2.3
52.1.4
(R2.4)
REF615
I>=195A
Curva=EI
t=0,3
I>>=615A
t>>=0,25s
I>>>=2400A
300-5A
10B100
11,4kV
3000/3750kVA
380V
I'd 11,4kV (Pto.A2)
(6232A)
TEMPO EM SEGUNDOS
CORRENTE EM AMPERES x 100
1000
100
10
1
.1
.01
1
10
100
1000
CLIENTE
TEMON
OBRA
PROJETO SIRIUS
Título
COORDENAÇÃO FASE
RELÉ SAÍDA SE 138/11,4kV-RELÉ DE ENTRADA-PMT-CAG - RELÉ TRAFOS
LADO DE ALTA TENSÃO - 11,4kV
Nº Desenho
FIGURA 12
Rev.
0
SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

NOTAS

1. TI'S DE MEDIÇÃO DE FATURAMENTO FORNECIDOS PELA CPFL (CARACTERÍSTICAS RECEBIDAS).
2. A CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR DE 138kV (-89.X1) DEVERÁ TRABALHAR SEMPRE FECHADA E SERÁ MANOBRADA SOMENTE COM AUTORIZAÇÃO DO COS DA CPFL PARA MANUTENÇÃO.



Revisão Nº	Data	Aprovado	Descrição
00	06/02/17	V.M.	EMISSÃO INICIAL
01	03/05/17	V.M.	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS
02	01/12/17	V.M.	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS CPFL
03	17/01/18	V.M.	ESPECIFICAÇÃO CABOS DE MÉDIA
04	22/05/18	V.M.	AS BUILT

AS BUILT

Declaramos que este desenho representa o serviço conforme efetivamente construído por esta empresa.

Engº Alessandro A. Hernandez
Crea nº 5060402860-SP

Racional

Empreendimento
SIR - PROJETO SIRIUS
CNPEM - LNLS
Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000 Bairro Guará
Bairro Sertãozinho, Campinas – SP

Projeto
SE 138kV/11,4kV
2 x 12,5/15 MVA

Etapa
PROJETO AS BUILT

Título
DIAGRAMA UNIFILAR ALTA TENSÃO

SUB
AB
Número do desenho
DES-0403-R04

Codificação do documento (Arquivo CAD)
R562-SUB-AB-DES-0403-04

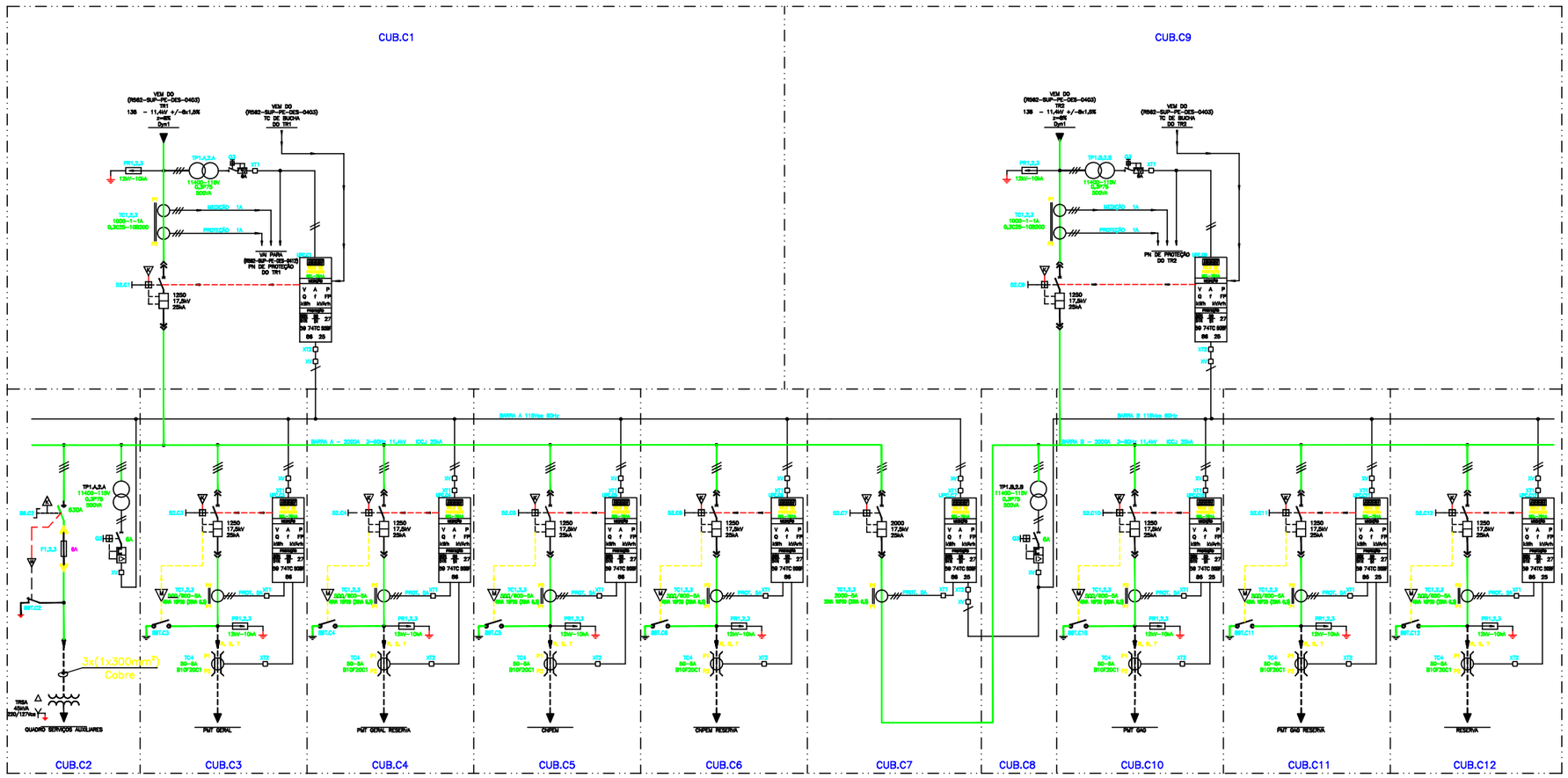
Nº Cliente/Emp.
XXXXXX

Escala
1:1000

Data
02/17

Codificação do Cliente / Projetista
150-1700003-DE-002

Elaborado por
LSVN



NOTAS

Revisão Nº	Data	Aprovado	Descrição
0	10/03/17	KLEITON	EMISSÃO INICIAL
01	27/04/17	KLEITON	REENVIO PARA APROVAÇÃO
02	18/01/18	LUCILIO	CABO SERVIÇO AUXILIAR
03	23/05/18	LUCILIO	AS BUILT

AS BUILT

Declaramos que este desenho representa o serviço conforme efetivamente construído por esta empresa.

Engº Alessandro A. Hernandez
Crea nº 5060402860-SP

Racional

Empreendimento

SIR - PROJETO SIRIUS

CNPEM - LNLS
Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000 Bairro Guará
Barão Geraldo, Campinas - SP

Projeto

Etapa: PROJETO AS BUILT

Título: SUBESTAÇÃO AT
CUBÍCULOS MT 11,4kV (UNIFILAR DE MT)

SUB
AB

Codificação do documento (Arquivo CAD) R562-SUB-AB-DES-0404-R03		Nº Cliente/Emp.	
		Escala S/E	Número do desenho DES-0404-R03
Data 03/2017	Codificação do Cliente / Projetista 10004735544-UNI-01/PR	Elaborado por WELLETON	
Rev. 01	ESC. S/E	FL. 1 DE 1 FLS.	

SUBESTAÇÃO 138/11.4kV
CNPEM/SÍRIUS
ESTUDO DE CURTO-CIRCUITO

00	13/06/2017	EMISSÃO INICIAL	TF	GA
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	EXECUTADO	LIBERADO

COD.	CONTROLE DE REVISÃO											
FOLHA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
001	X											
002	X											
003	X											
004	X											
005	X											
006	X											
007	X											
008	X											
009	X											
010	X											
011	X											
012	X											
013	X											
014	X											
015	X											
016	X											
017	X											
018	X											
019	X											
020	X											
021	X											
022	X											
023	X											
024	X											
025	X											
026	X											
027	X											
028	X											
029	X											
030	X											
031	X											
032	X											
033	X											
034	X											
035	X											
036	X											
037	X											
038	X											
039	X											
040	X											
041	X											
042	X											
043	X											
044	X											
045	X											
046	X											
047	X											
048	X											
049	X											
050	X											

COD.	CONTROLE DE REVISÃO											
FOLHA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
051	X											
052	X											
053	X											
054	X											
055	X											
056	X											
057	X											
058	X											
059	X											
060	X											
061	X											
062	X											
063	X											
064	X											
065	X											
066	X											
067	X											
068	X											
069	X											
070	X											
071	X											
072	X											
073	X											
074	X											
075	X											
076	X											
077	X											
078	X											
079												
080												
081												
082												
083												
084												
085												
086												
087												
088												
089												
090												
091												
092												
093												
094												
095												
096												
097												
098												
099												
100												

NOTA:

1) Este controle indica a revisão que está sendo emitida. Manter as folhas não afetadas e substituir as alteradas pela última revisão.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO....4
2. REFERÊNCIAS....5
2.1. DOCUMENTOS....5
2.2. NORMAS....6
3. TERMINOLOGIA E NOMENCLATURA....7
4. METODOLOGIA DE CÁLCULO....8
4.1. CURTO-CIRCUITO ABRANGENTE....8
5. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO....9
5.1. CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES....10
5.2. CABOS ELÉTRICOS....12
6. PREMISSAS....13
6.1. NÍVEL DE CURTO-CIRCUITO....13
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS....14
7.1. SUPORTABILIDADE DE CURTO-CIRCUITO PARA OS BARRAMENTOS E DISJUNTORES CENÁRIO 1....14
7.1.1. CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO....14
7.1.2. CURTO CIRCUITO FASE TERRA....14
7.2. SUPORTABILIDADE DE CURTO-CIRCUITO PARA OS BARRAMENTOS E DISJUNTORES CENÁRIO 2....15
7.2.1. CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO....15
7.2.2. CURTO CIRCUITO FASE TERRA....15
7.3. SUPORTABILIDADE DE CURTO-CIRCUITO PARA OS BARRAMENTOS E DISJUNTORES CENÁRIO 3....16
7.3.1. CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO....16
7.3.2. CURTO CIRCUITO FASE TERRA....16
8. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES....17
9. ANEXOS....18
9.1. RESULTADOS DOS CÁLCULOS COMPUTACIONAIS DE CURTO CIRCUITO CENÁRIO 1....18
9.2. RESULTADOS DOS CÁLCULOS COMPUTACIONAIS DE CURTO CIRCUITO CENÁRIO 2....44
9.3. RESULTADOS DOS CÁLCULOS COMPUTACIONAIS DE CURTO CIRCUITO CENÁRIO 3....72

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório irá interpretar os resultados dos estudos de Curto-Circuito para a SE CNPEM/SIRIUS 138/11.4kV, localizado na cidade de Campinas - SP.

O estudo de Curto-Circuito tem por objetivo determinar os níveis e potência de curto-circuito trifásico e fase-terra que podem ocorrer durante a ocorrência de defeitos no sistema. Estes níveis de Curto-Circuito, juntamente com a análise de suportabilidade de equipamentos tem-se a finalidade de fornecer os requisitos mínimos para o dimensionamento dos TCs e dos equipamentos (disjuntores, cabos e painéis), atendendo as condições de operação, conforme as normas de segurança.

2. REFERÊNCIAS

2.1. Documentos

Foram utilizados os seguintes documentos para o desenvolvimento do projeto:

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO
R562-SUB-PE-DES-0403-R01.pdf	Diagrama unifilar AT
R562-SUB-PE-DES-0404-R01	Diagrama unifilar MT
REPP2017-4929-CNPEM-SIRIUS-Parecer de Acesso.pdf	Parecer de acesso com valores estimados de CC
R562-SUB-PE-DES-0615-R00.pdf	Placas dos transformadores
R562-SUB-PE-FD-0633-R00.pdf	Folha de dados dos transformadores
R562-SUB-PE-DES-0674_00.pdf	Dados dos disjuntores
R562-SUB-PE-DES-0685-R00.pdf	Dados dos resistores de aterramento
Anexo H - CNPEM + Sírius Rev. 2.docx	Informações detalhadas da Unidade Consumidora
CNP001-ELE-PE-DET-0055-R04.pdf	Diagrama unifilar MT
CNP001-ELE-PE-DET-0057-R03.pdf	Diagrama unifilar BT
CNP001-ELE-PE-DET-0059-R05.pdf	Diagrama unifilar BT
R562-SUB-PE-DES-0201-R00.dwg	Arranjo Geral - Planta
R562-SUB-PE-DES-0202-R00.dwg	Arranjo Geral - Cortes
E-1652111.001-AG1.pdf	Arranjo geral – PMT-CAG
E-1652111.002-AG1.pdf	Arranjo geral – PMT GERAL

2.2. Normas

Foram utilizadas as seguintes normas para o desenvolvimento do projeto:

NORMA	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 14039-2004	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO; REVISÃO 2005
ABNT NBR 5410-2004	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO;
IEEE Std. 141-1993	RECOMMENDED PRACTICE FOR ELECTRIC POWER DISTRIBUTION FOR INDUSTRIAL PLANTS
ABNT NBR 7094-2003	MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES – MOTORES DE INDUÇÃO
ABNT NBR 5356-2003	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
IEEE std 399-1997	RECOMMENDED PRACTICE FOR INDUSTRIAL AND COMMERCIAL POWER SYSTEMS ANALYSIS

3. TERMINOLOGIA E NOMENCLATURA

Foram utilizadas as seguintes simbologias durante o desenvolvimento do projeto e relatório:

TERMINOLOGIA / NOMENCLATURA	DESCRIÇÃO
$I_{ASSIM\ DE\ PICO}$	Corrente de curto-circuito assimétrico de pico
$I_{CC"3F}$	Corrente de curto-circuito subtransitório trifásico
$I_{CC"FT}$	Corrente de curto-circuito subtransitório fase para a terra
$I_{CC'3F}$	Corrente de curto-circuito transitório trifásico para oito ciclos
$I_{CC'FT}$	Corrente de curto-circuito transitório fase para a terra para oito ciclos
I_{CC3F}	Corrente de curto-circuito trifásico de regime
I_{CCFT}	Corrente de curto-circuito fase para terra de regime
Ip	Corrente de curto-circuito subtransitório trifásico e monofásico de pico
Ik	Corrente de curto-circuito transitório trifásico e monofásico
AT	Alta tensão (> 1000 V)
BT	Baixa tensão (=<1000 V)
pu	Por Unidade
PTW	Power Tools for Windows
PF	Fator de potencia nominal
VFD	Driver de Variação de Frequência

4. METODOLOGIA DE CÁLCULO

4.1. Curto-Circuito Abrangente

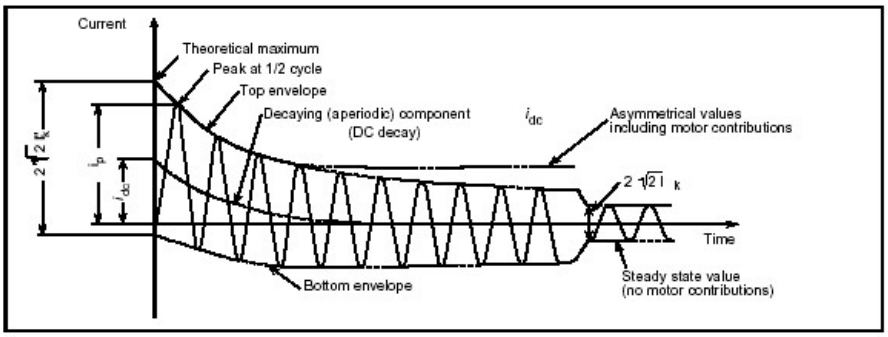
A metodologia para o cálculo de curto-circuito compreensivo utilizado pelo programa Power Tools® for Windows da SKM System Analysis INC módulo DAPPER, atendem as equações determinadas nas normas citadas nas referências do item 2.2 e utiliza as seguintes equações para os cálculos conforme IEEE Std. 141-1993:

$$I_{CC}{}'_{3F} = I_{CC\,3F} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot e^{\frac{-4\pi \cdot t}{X/R}}} \qquad (1)$$

$$I_{CC}{}''_{3F} = I_{CC\,3F} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot e^{\frac{-2\pi}{X/R}}} \qquad (2)$$

$$I''_{ASSIM\_DE\_PICO\,3F} = \sqrt{2} \cdot I_{CC\,3F} \cdot \left(1 + e^{\frac{-\pi}{X/R}}\right) \qquad (3)$$

A corrente de curto-circuito no primeiro momento é assimétrica, pois contém os componentes de corrente alternada e outra componente contínua que determina um pico de corrente no primeiro ½ ciclo (vide fig. abaixo).



Forma de Onda da corrente de curto circuito

5. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO

O sistema é alimentado pela CPFL conectado em dupla derivação no ramal Santander, que por sua vez, está conectado na LD 138 kV Tanquinho – Taquaral e chega na CNPEM/SIRIUS pelas linhas A e B em 138kV. Estas mesmas alimentam o sistema através dos transformadores TR1 e TR2 de 12.5/15 MVA abaixando o sistema para 11.4 kV alimentando as barras A e B.

Esta SE em 11.4 kV possui sete cubículos de saída que alimentam os transformadores abaixadores e subsequentemente os painéis em baixa tensão de 480 e 380V.

O transformador TR-1.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-1 e possui outro transformador redundante TR-1.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-2.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-2 e possui outro transformador redundante TR-2.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-3.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-3 e possui outro transformador redundante TR-3.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-4.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-4 e possui outro transformador redundante TR-4.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-5.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBN-N-GERAL e possui outro transformador redundante TR-5.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-6.1 abaixador 11.4/0.48 kV alimenta o painel PBT-N-PROCESSO-1 e possui outro transformador redundante TR-6.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-7.1 abaixador 11.4/0.48 kV alimenta o painel PBT-N-PROCESSO-2 e possui outro transformador redundante TR-7.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

Os cenários apresentados para este estudo estão descritos abaixo e os resultados simulados estão no item 7 e nos anexos.

- **Cenário 1**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado apenas pelo transformador TR1 ligação em L.

- **Cenário 2**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 em paralelo.

- **Cenário 3**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV aberto e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 isolados.

Os transformadores dos painéis PMT-GERAL e PMT-CAG não operam em paralelo e estarão a 100% da capacidade de ventilação forçada.

Com base na capacidade de 100% as cargas equivalentes foram representados como: 20% de cargas estáticas e 80% para motores equivalentes acionados por inversor de frequência.

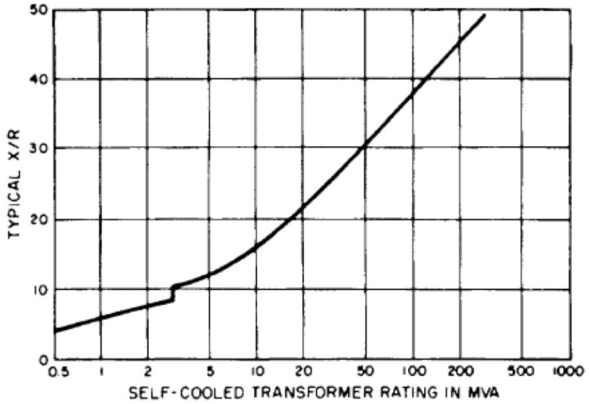
5.1. Características dos Transformadores

As impedâncias utilizadas no estudo vêm de referências apresentadas no item 2.1 (dados em diagrama unifilares e folhas de dados do fabricante). Na ausência destas informações, serão utilizados os valores típicos de impedância, assim como, para o valor de X/R dos transformadores (com base na Figura 1 da norma ANSI/IEEE std 141-1993).

Tabela 1 – Parâmetros elétricos dos transformadores de potência.

TAG	Tensão Pri/Sec (kV)	Potência Nom/Forc (kVA)	Impedância (%)	X/R	Inrush
TR1	138 / 11.4	12500 / 15000	9.6	13.4	8
TR2	138 / 11.4	12500 / 15000	9.6	13.4	8
TR-1.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-2.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-3.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14

TR-4.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-5.1	11.4 / 0.380	2000 / 2500	6	7.29	14
TR-6.1	11.4 / 0.480	3000 / 4200	6	10.79	14
TR-6.1	11.4 / 0.480	3000 / 4200	6	10.79	14



Source: Based on IEEE Std C37.010-1979.

Figura 5 – Relação entre X/R e potência de transformadores segundo IEEE Std. C37.010-1979.

5.2. Cabos Elétricos

Os dados dos cabos foram obtidos a partir dos documentos de referência citados no item 2.1 e suas impedâncias de sequência zero, quando não apresentadas pelo fabricante, foram retiradas a partir de dados da biblioteca do PTW.

Nos casos que não forem apresentadas as informações do condutor nos documentos de referência, serão adotados dados típicos com características mínimas tais que gerem menor influência possível no estudo de curto circuito.

Exemplo: impedância (R=0 e X=0,001) e comprimento (L=1,00 m)

CIRCUITO		PARA		CARACTERISTICAS CONSTRUTIVAS DO CONDUTOR	
TAG	LOCAL	TAG	LOCAL	FORMAÇÃO	CORRENTE (A)
CPFL LA_CB	CPFL LA	CPFL BARRA 1	CPFL BARRA 1	1x(3/C+T) #240	510
CPFL LB_CB	CPFL LB	CPFL BARRA 2	CPFL BARRA 2	1x(3/C+T) #240	510
**TR1_CB	TR1	SE-AT_BARRA A	SE-AT_BARRA A	2x(3/C) #300	1034
**TR2_CB	TR2	SE-AT_BARRA B	SE-AT_BARRA B	2x(3/C) #300	1034
*PMT CAG_CB1	SE-AT_BARRA B	CUB. ENTRADA_PMT GAG	PMT GAG	3x(3/C+T) #300	2061.0
*PMT GERAL_CB1	SE-AT_BARRA A	CUB. ENTRADA_PMT GERAL	PMT GERAL	2x(3/C+T) #240	1204.0
**TR-1.1_CB	PMT CAG	TR-1.1	PMT CAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-2.1_CB	PMT CAG	TR-2.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-3.1_CB	PMT CAG	TR-3.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-4.1_CB	PMT CAG	TR-4.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-5.1_CB	PMT GERAL	TR-5.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #70	275.0
**TR-6.1_CB	PMT GERAL	TR-6.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #150	445.0
**TR-7.1_CB	PMT GERAL	TR-7.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #95	337.0
BW-TR-1.1	TR-1.1	PBT-CAG-1.1	PBT-CAG-1.1	Barramento	6300.0
BW-TR-2.1	TR-2.1	PBT-CAG-2.1	PBT-CAG-2.1	Barramento	6300.0
BW-TR-3.1	TR-3.1	PBT-CAG-3.1	PBT-CAG-3.1	Barramento	6300.0
BW-TR-4.1	TR-4.1	PBT-CAG-4.1	PBT-CAG-4.1	Barramento	6300.0
BW-TR-5.1	B_SEC_TR-5.1	PBT-N-GERAL-1	PBT-N-GERAL-1	Barramento	4000.0
BW-TR-6.1	B_SEC_TR-6.1	PBT-N-PROCESSO-1.1	PBT-N-PROCESSO-1.1	Barramento	6300.0
BW-TR-7.1	B_SEC_TR-7.1	PBT-N-PROCESSO-2.1	PBT-N-PROCESSO-2.1	Barramento	6300.0

Nota: * Foi adotado para estes cabos a distância de 500 metros.

** Foi adotado para estes cabos a distância de 50 metros.

6. PREMISSAS

6.1. Nível de Curto-Circuito

A contribuição de curto-circuito em CA na entrada do sistema elétrico da CNPEM/SIRIUS, provem da CPFL, segundo documentação de referência do item 2.1, são apresentados abaixo os dados da fonte de alimentação utilizados:

Valores de curto-circuito no ponto de entrega

- Parâmetros:
  Tensão nominal: 138 kV

- Correntes de curto-circuito:
  Trifásica simétrica / assimétrica: 14.9 kA, X/R 3.95
  Fase-terra simétricas / assimétrica: 8.94 kA, X/R 3.73

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos no estudo de curto circuito, serão apresentadas nas tabelas resumo com valores de suportabilidade para cada painel deste escopo. A descrição de cada cenário está no item 5.

Para análise de suportabilidade nos barramentos e disjuntores serão seguidos os seguintes critérios quanto as correntes de curto circuito:

Icc_{3F} (kA) simulado < **Icc_{3F} (kA)** projetado para barramento

Icc_{FT} (kA) simulado < **Icc_{FT} (kA)** projetado para barramento

7.1. Suportabilidade De Curto-Circuito Para Os Barramentos e Disjuntores Cenário 1

7.1.1. Curto Circuito Trifásico

Tabela 9 – Suportabilidade para curto-circuito trifásico calculado x nominal.

BARRA	TENSÃO (V)	Icc''_{3F}	Icc'_{3F}	Icc_{3F}	Capacidade de CC dos Barramentos	Capacidade de CC dos Disjuntores
CPFL BARRA 1	138000	17655.35	14891.78	14891.78	**40000**	**40000**
CPFL BARRA 2	138000	17643.34	14885.34	14885.34	**40000**	**40000**
PMT CAG	11400	10650.03	7386.11	7386.11	**17500**	**25000**
PMT GERAL	11400	10321.75	7291.18	7291.18	**17500**	**25000**
SE-AT_BARRA A	11400	11152.32	7561.69	7561.69	**25000**	**25000**
SE-AT_BARRA B	11400	11151.88	7561.57	7561.57	**25000**	**25000**

7.1.2. Curto Circuito Fase Terra

Tabela 10 – Suportabilidade para curto-circuito fase-terra calculado x nominal.

BARRA	TENSÃO (V)	Icc''_{FT}	Icc'_{FT}	Icc_{FT}	Capacidade de CC dos Barramentos	Capacidade de CC dos Disjuntores
CPFL BARRA 1	138000	10460.99	8937.59	8937.59	**40000**	**40000**
CPFL BARRA 2	138000	10458.21	8936.03	8936.03	**40000**	**40000**
PMT CAG	11400	397.15	397.15	397.15	**17500**	**25000**
PMT GERAL	11400	396.66	396.66	396.66	**17500**	**25000**
SE-AT_BARRA A	11400	397.75	397.75	397.75	**25000**	**25000**
SE-AT_BARRA B	11400	397.74	397.74	397.74	**25000**	**25000**

7.2. Suportabilidade De Curto-Circuito Para Os Barramentos e Disjuntores Cenário 2

7.2.1. Curto Circuito Trifásico

Tabela 11 – Suportabilidade para curto-circuito trifásico calculado x nominal.

BARRA	TENSÃO (V)	Icc''$_{3F}$	Icc'$_{3F}$	Icc$_{3F}$	Capacidade de CC dos Barramentos	Capacidade de CC dos Disjuntores
CPFL BARRA 1	138000	17655.35	14891.78	14891.78	**40000**	**40000**
CPFL BARRA 2	138000	17643.34	14885.34	14885.34	**40000**	**40000**
PMT CAG	11400	19445.54	13883.98	13883.98	**17500**	**25000**
PMT GERAL	11400	18387.67	13545.52	13545.52	**17500**	**25000**
SE-AT_BARRA A	11400	21179.41	14521.88	14521.88	**25000**	**25000**
SE-AT_BARRA B	11400	21179.41	14521.88	14521.88	**25000**	**25000**

7.2.2. Curto Circuito Fase Terra

Tabela 12 – Suportabilidade para curto-circuito fase-terra calculado x nominal.

BARRA	TENSÃO (V)	Icc''$_{FT}$	Icc'$_{FT}$	Icc$_{FT}$	Capacidade de CC dos Barramentos	Capacidade de CC dos Disjuntores
CPFL BARRA 1	138000	10460.99	8937.59	8937.59	**40000**	**40000**
CPFL BARRA 2	138000	10458.21	8936.03	8936.03	**40000**	**40000**
PMT CAG	11400	792.75	792.75	792.75	**17500**	**25000**
PMT GERAL	11400	790.81	790.81	790.81	**17500**	**25000**
SE-AT_BARRA A	11400	795.14	795.14	795.14	**25000**	**25000**
SE-AT_BARRA B	11400	795.14	795.14	795.14	**25000**	**25000**

7.3. Suportabilidade De Curto-Circuito Para Os Barramentos e Disjuntores Cenário 3

7.3.1. Curto Circuito Trifásico

Tabela 13 – Suportabilidade para curto-circuito trifásico calculado x nominal.

BARRA	TENSÃO (V)	Icc''$_{3F}$	Icc'$_{3F}$	Icc$_{3F}$	Capacidade de CC dos Barramentos	Capacidade de CC dos Disjuntores
CPFL BARRA 1	138000	17655.35	14891.78	14891.78	**40000**	**40000**
CPFL BARRA 2	138000	17643.34	14885.34	14885.34	**40000**	**40000**
PMT CAG	11400	10650.03	7386.11	7386.11	**17500**	**25000**
PMT GERAL	11400	10321.75	7291.18	7291.18	**17500**	**25000**
SE-AT_BARRA A	11400	11152.32	7561.69	7561.69	**25000**	**25000**
SE-AT_BARRA B	11400	11151.88	7561.57	7561.57	**25000**	**25000**

7.3.2. Curto Circuito Fase Terra

Tabela 14 – Suportabilidade para curto-circuito fase-terra calculado x nominal.

BARRA	TENSÃO (V)	Icc''$_{FT}$	Icc'$_{FT}$	Icc$_{FT}$	Capacidade de CC dos Barramentos	Capacidade de CC dos Disjuntores
CPFL BARRA 1	138000	10460.99	8937.59	8937.59	**40000**	**40000**
CPFL BARRA 2	138000	10458.21	8936.03	8936.03	**40000**	**40000**
PMT CAG	11400	397.15	397.15	397.15	**17500**	**25000**
PMT GERAL	11400	396.66	396.66	396.66	**17500**	**25000**
SE-AT_BARRA A	11400	397.75	397.75	397.75	**25000**	**25000**
SE-AT_BARRA B	11400	397.74	397.74	397.74	**25000**	**25000**

8. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES

Os estudos de curto-circuito realizados foram utilizados para avaliação do dimensionamento das barras da CNPEM/SIRIUS, sendo que estas barras devem ter capacidade nominal dentro dos padrões comerciais, com valores suportados de curto-circuito no mínimo imediatamente superiores aos níveis estudados.

Os resultados do estudo de curto circuito descritos no item 7.1, 7.2 e 7.3 mostram que os valores calculados para os painéis em alta tensão estão dentro do suportado pelos barramentos e disjuntores.

9. ANEXOS

9.1. Resultados dos Cálculos Computacionais de Curto Circuito Cenário 1

```
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

Jun 13, 2017     16:01:24

--------------------------------------------------------------------------------
ALL INFORMATION PRESENTED IS FOR REVIEW, APPROVAL
INTERPRETATION AND APPLICATION BY A REGISTERED ENGINEER ONLY
SKM DISCLAIMS ANY RESPONSIBILITY AND LIABILITY RESULTING
FROM THE USE AND INTERPRETATION OF THIS SOFTWARE.
--------------------------------------------------------------------------------
SKM POWER*TOOLS FOR WINDOWS
SHORT CIRCUIT ANALYSIS REPORT
COPYRIGHT SKM SYSTEMS ANALYSIS, INC. 1995-2016
--------------------------------------------------------------------------------


Jun 13, 2017     16:01:24                                          PAGE     2
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

    ALL PU VALUES ARE EXPRESSED ON A 100 MVA BASE


                SWING GENERATORS
    BUS NAME    SOURCE NAME       VOLTAGE  ANGLE
    ================================================
    B_FIC-CPFL LA  CPFL LA        1.00     0.00
```

Jun 13, 2017 16:01:24 PAGE 3
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** P R E - F A U L T V O L T A G E P R O F I L E **********

BUS# NAME	BASE VOLTS	PU VOLTS	ANGLE (D)
CPFL BARRA 1	138000.00	1.0000	0.
CPFL BARRA 2	138000.00	1.0000	0.
PBT-CAG-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-2	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-3	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-4	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-GERAL-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PMT CAG	11400.00	1.0000	-30.
PMT GERAL	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA A	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA B	11400.00	1.0000	-30.

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE     4
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T ***************

                FAULT TYPE: 3PH
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: YES
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ============================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  14891.8 /  -76. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.938

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    17655.4     14916.9     14892.8     14891.8     14891.8

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14891.8 / -75.8    14891.8 / 164.2     14891.8 /  44.2

  CPFL BARRA 1   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0009 / -53.   0.0009 /-173.   0.0009 /  67.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    CPFL BARRA 1   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000.  14891.8/ -76.  14891.8/ 164.  14891.8/
44.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ----------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE     5
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  14885.3 /  -76. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.934

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    17643.3     14910.3     14886.4     14885.3     14885.3

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14885.3 / -75.7    14885.3 / 164.3     14885.3 /  44.3

  CPFL BARRA 2   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0005 / -31.  0.0005 /-151.  0.0005 /  89.
    CPFL BARRA 2   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.  14885.3/ -76.  14885.3/ 164.  14885.3/
44.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE     6
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG         VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    7386.1 / -114. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:     0.067 +j   0.682 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     10.183

                   ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                     10650.0      7987.5      7566.1      7401.5      7386.5

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   7386.1 /-114.4     7386.1 / 125.6      7386.1 /   5.6

  PMT CAG         ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                            ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -69.  0.0000 / 171.  0.0000 /  51.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    PMT CAG         ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                 FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG         FIC_003        11400.   7386.1/-114.   7386.1/ 126.   7386.1/
6.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1   TR-1.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1   TR-2.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1   TR-3.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1   TR-4.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE     7
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL       VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    7291.2 / -114. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:     0.076 +j   0.690 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:      9.118

                   ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                     10321.7      7740.5      7407.0      7298.6      7291.3

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   7291.2 /-113.7     7291.2 / 126.3      7291.2 /   6.3

  PMT GERAL       ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                            ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -69.  0.0000 / 171.  0.0000 /  51.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    PMT GERAL      ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL      FIC_004        11400.   7291.2/-114.   7291.2/ 126.   7291.2/
6.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1   TR-6.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1   TR-5.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1   TR-7.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE     8
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   7561.7 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.056 +j   0.667 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    11.816

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    11152.3      8414.9      7866.7      7598.7      7563.2

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7561.7 /-115.2     7561.7 / 124.8      7561.7 /   4.8

  SE-AT_BARRA A  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    SE-AT_BARRA B   11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC-TRSA        220.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0041 / -71.  0.0041 / 169.  0.0041 /  49.
    SE-AT_BARRA A  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                              FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                             BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.   7561.7/-115.   7561.7/ 125.   7561.7/
5.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE     9
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   7561.6 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.056 +j   0.667 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    11.814

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    11151.9      8414.5      7866.5      7598.5      7563.1

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7561.6 /-115.2     7561.6 / 124.8      7561.6 /   4.8

  SE-AT_BARRA B  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    SE-AT_BARRA A   11400.0  0.0000 / -70.  0.0000 / 170.  0.0000 /  50.
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    SE-AT_BARRA B  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.   7561.6/-115.   7561.6/ 125.   7561.6/
5.
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.


*********************************************************************************************
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE    10
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T ***************

                FAULT TYPE: SLG
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: YES
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ============================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   8937.6 /  -75. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.036 +j   0.136 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.723
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z2:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z0:   0.023 +j   0.081 (PU)

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    10461.0      8948.0      8937.9      8937.6      8937.6

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.2432 / -136.4     1.2546 /  135.8

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  8937.6 / -75.0        0.0 / -75.0         0.0 / -75.0

  CPFL BARRA 1   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0005 / -59.  1.2433 /-136.  1.2547 / 136.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.  1.2432 /-136.  1.2546 / 136.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.7244 / -44.  0.7178 /-136.  1.0000 /  90.
    CPFL BARRA 1   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000.   8937.6/ -75.      0.0/ -75.      0.0/ -
75.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ----------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE    11
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   8936.0 /  -75. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.036 +j   0.136 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.722
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z2:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z0:   0.023 +j   0.081 (PU)

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    10458.2      8946.5      8936.4      8936.0      8936.0

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.2432 / -136.4     1.2545 /  135.8

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  8936.0 / -75.0        0.0 / -75.0         0.0 / -75.0

  CPFL BARRA 2   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0002 / -30.  1.2432 /-136.  1.2546 / 136.
    CPFL BARRA 2   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.   8936.0/ -75.      0.0/ -75.      0.0/ -
75.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE    12
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG         VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    397.1 /  -33. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.202 +j   2.045 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.054
                  SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.067 +j   0.682 (PU)
                                                Z2:   0.067 +j   0.682 (PU)
                                                Z0:  38.068 +j   0.680 (PU)

                   ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                       397.1       397.1       397.1       397.1       397.1

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     1.6990 /  178.6     1.7523 /  118.4

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                    397.1 / -33.1        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  PMT CAG         ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                        ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    PMT CAG         ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG          FIC_003        11400.    397.1/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1    TR-1.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1    TR-2.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1    TR-3.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1    TR-4.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE    13
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL       VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    396.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.247 +j   2.081 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.054
                  SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.076 +j   0.690 (PU)
                                                Z2:   0.076 +j   0.690 (PU)
                                                Z0:  38.095 +j   0.700 (PU)

                   ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                       396.7       396.7       396.7       396.7       396.7

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     1.6981 /  178.6     1.7520 /  118.3

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                    396.7 / -33.1        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  PMT GERAL       ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                        ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    PMT GERAL       ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL        FIC_004         11400.    396.7/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1     TR-6.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1     TR-5.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1     TR-7.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE    14
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    397.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.148 +j   1.978 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.052
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z2:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z0:  38.035 +j   0.643 (PU)

                  ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                      397.7       397.7       397.7       397.7       397.7

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.7003 /  178.6     1.7526 /  118.4

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   397.7 / -33.0        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA A  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    SE-AT_BARRA B   11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    B_SEC-TRSA        220.0  1.0119 / -62.  0.9817 / 179.  1.0000 /  60.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0003 /  17.  1.7002 / 179.  1.7526 / 118.
    SE-AT_BARRA A  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.    397.7/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE    15
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    397.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.148 +j   1.978 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.052
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z2:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z0:  38.035 +j   0.643 (PU)

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                      397.7       397.7       397.7       397.7       397.7

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.7003 /  178.6     1.7526 /  118.4

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   397.7 / -33.0        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA B  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    SE-AT_BARRA A   11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    SE-AT_BARRA B  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.    397.7/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.


********************************************************************************************
```

Jun 13, 2017 16:01:24 PAGE 16
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** F A U L T A N A L Y S I S S U M M A R Y **********

BUS NAME	VOLTAGE L-L	AVAILABLE FAULT CURRENT 3 PHASE	X/R	LINE/GRND	X/R
CPFL BARRA 1	138000.	14891.8	3.9	8937.59	3.7
CPFL BARRA 2	138000.	14885.3	3.9	8936.03	3.7
PMT CAG	11400.	7386.1	10.2	397.15	0.1
PMT GERAL	11400.	7291.2	9.1	396.66	0.1
SE-AT_BARRA A	11400.	7561.7	11.8	397.75	0.1
SE-AT_BARRA B	11400.	7561.6	11.8	397.74	0.1

Jun 13, 2017 16:01:24 PAGE 17
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

ALL PU VALUES ARE EXPRESSED ON A 100 MVA BASE

BUS NAME	SWING GENERATORS SOURCE NAME	VOLTAGE	ANGLE
B_FIC-CPFL LA	CPFL LA	1.00	0.00

Jun 13, 2017 16:01:24 PAGE 18
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** P R E - F A U L T V O L T A G E P R O F I L E **********

BUS# NAME	BASE VOLTS	PU VOLTS	ANGLE (D)
CPFL BARRA 1	138000.00	1.0000	0.
CPFL BARRA 2	138000.00	1.0000	0.
PBT-CAG-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-2	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-3	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-4	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-GERAL-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PMT CAG	11400.00	1.0000	-30.
PMT GERAL	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA A	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA B	11400.00	1.0000	-30.

Jun 13, 2017 16:01:24 PAGE 19
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** 3 0 C Y C L E S F A U L T A N A L Y S I S R E P O R T **********

FAULT TYPE: 3PH
MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: NO
MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES

CPFL BARRA 1 VOLTAGE BASE LL: 138000.0 (VOLTS)
FAULT CURRENT: 14891.8 / -76. (AMPS/DEG)
THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE: 0.007 +j 0.027 (PU)
THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO: 3.938

FAULTED CURRENT (AMPS / DEG)
AT TIME = 30.0 CYCLES
---PHASE A--- ---PHASE B--- ---PHASE C---
14891.8 / -75.8 14891.8 / 164.2 14891.8 / 44.2

CPFL BARRA 1 ==== SYSTEM BUS VOLTAGES (PU / DEG) =======
FIRST BUS FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES
---PHASE A--- ---PHASE B--- ---PHASE C---
B_FIC-CPFL LA 138000.0 0.0009 / -53. 0.0009 /-173. 0.0009 / 67.
CPFL BARRA 2 138000.0 0.0000 / 0. 0.0000 / 0. 0.0000 / 0.
B_SEC_TR1 11400.0 0.0000 / 0. 0.0000 / 0. 0.0000 / 0.

CPFL BARRA 1 ========== SYSTEM BRANCH FLOWS (AMPS) ==========
FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES

		BRANCH NAME	VBASE LL	-PHASE A-	-PHASE B-	-PHASE C-
B_FIC-CPFL LA	CPFL BARRA 1	CPFL LA_CB	138000.	14891.8/ -76.	14891.8/ 164.	14891.8/ 44.
CPFL BARRA 1	CPFL BARRA 2	FIC-001	138000.	0.0/ 0.	0.0/ 0.	0.0/ 0.
CPFL BARRA 1	B_SEC_TR1	TR1	138000.	0.0/ 0.	0.0/ 0.	0.0/ 0.

CPFL BARRA 2 VOLTAGE BASE LL: 138000.0 (VOLTS)
FAULT CURRENT: 14885.3 / -76. (AMPS/DEG)
THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE: 0.007 +j 0.027 (PU)
THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO: 3.934

FAULTED CURRENT (AMPS / DEG)
AT TIME = 30.0 CYCLES
---PHASE A--- ---PHASE B--- ---PHASE C---
14885.3 / -75.7 14885.3 / 164.3 14885.3 / 44.3

CPFL BARRA 2 ==== SYSTEM BUS VOLTAGES (PU / DEG) =======
FIRST BUS FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES
---PHASE A--- ---PHASE B--- ---PHASE C---
CPFL BARRA 1 138000.0 0.0005 / -31. 0.0005 /-151. 0.0005 / 89.

CPFL BARRA 2 ========== SYSTEM BRANCH FLOWS (AMPS) ==========
FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES

		BRANCH NAME	VBASE LL	-PHASE A-	-PHASE B-	-PHASE C-
CPFL BARRA 1	CPFL BARRA 2	FIC-001	138000.	14885.3/ -76.	14885.3/ 164.	14885.3/ 44.

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE    20
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG        VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   7386.1 / -114. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.067 +j   0.682 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    10.183

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7386.1 /-114.4     7386.1 / 125.6      7386.1 /   5.6

  PMT CAG        ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -69.  0.0000 / 171.  0.0000 /  51.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

PMT CAG        ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG          FIC_003        11400.  7386.1/-114.  7386.1/ 126.  7386.1/   6.
 PMT CAG        B_PRI_TR-1.1     TR-1.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-2.1     TR-2.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-3.1     TR-3.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-4.1     TR-4.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE    21
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL      VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   7291.2 / -114. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.076 +j   0.690 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     9.118

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7291.2 /-113.7     7291.2 / 126.3      7291.2 /   6.3

  PMT GERAL      ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -69.  0.0000 / 171.  0.0000 /  51.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

PMT GERAL      ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL      FIC_004        11400.  7291.2/-114.  7291.2/ 126.  7291.2/   6.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1   TR-6.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1   TR-5.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1   TR-7.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE    22
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   7561.7 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.056 +j   0.667 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    11.816

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                  7561.7 /-115.2      7561.7 / 124.8       7561.7 /   4.8

  SE-AT_BARRA A  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                             ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    SE-AT_BARRA B   11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC-TRSA        220.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0041 / -71.  0.0041 / 169.  0.0041 /  49.

SE-AT_BARRA A  ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.  7561.7/-115.  7561.7/ 125.  7561.7/   5.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                                PAGE    23
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   7561.6 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.056 +j   0.667 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    11.814

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                  7561.6 /-115.2      7561.6 / 124.8       7561.6 /   4.8

  SE-AT_BARRA B  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                             ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    SE-AT_BARRA A   11400.0  0.0000 / -70.  0.0000 / 170.  0.0000 /  50.
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

SE-AT_BARRA B  ================               SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.  7561.6/-115.  7561.6/ 125.  7561.6/   5.
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

********************************************************************************************
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE    24
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** 3 0    C Y C L E S    F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T
***************

                FAULT TYPE: SLG
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: NO
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ================================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   8937.6 /  -75. ( AMPS/DEG )
                THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.036 +j   0.136 (PU)
                THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.723
                SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                              Z2:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                              Z0:   0.023 +j   0.081 (PU)

                                   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                             AT TIME =    30.0 CYCLES
                ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 8937.6 / -75.0        0.0 / -75.0         0.0 / -75.0

  CPFL BARRA 1   ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0005 / -59.  1.2433 /-136.  1.2547 / 136.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.  1.2432 /-136.  1.2546 / 136.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.7244 / -44.  0.7178 /-136.  1.0000 /  90.

CPFL BARRA 1   ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000.  8937.6/ -75.     0.0/ -75.     0.0/ -75.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   8936.0 /  -75. ( AMPS/DEG )
                THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.036 +j   0.136 (PU)
                THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.722
                SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                              Z2:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                              Z0:   0.023 +j   0.081 (PU)

                                   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                             AT TIME =    30.0 CYCLES
                ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 8936.0 / -75.0        0.0 / -75.0         0.0 / -75.0

  CPFL BARRA 2   ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0002 / -30.  1.2432 /-136.  1.2546 / 136.

CPFL BARRA 2   ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
```

```
                                BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2    FIC-001       138000.  8936.0/ -75.     0.0/ -75.     0.0/ -75.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
```



```
  PMT CAG        VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    397.1 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.202 +j   2.045 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.054
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.067 +j   0.682 (PU)
                                               Z2:   0.067 +j   0.682 (PU)
                                               Z0:  38.068 +j   0.680 (PU)

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   397.1 / -33.1         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  PMT CAG        ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                              ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.

PMT CAG        ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG        FIC_003        11400.   397.1/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-1.1   TR-1.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-2.1   TR-2.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-3.1   TR-3.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-4.1   TR-4.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE    26
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL      VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    396.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.247 +j   2.081 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.054
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.076 +j   0.690 (PU)
                                               Z2:   0.076 +j   0.690 (PU)
                                               Z0:  38.095 +j   0.700 (PU)

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   396.7 / -33.1         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  PMT GERAL      ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.

PMT GERAL      ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL      FIC_004        11400.   396.7/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1   TR-6.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1   TR-5.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1   TR-7.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE   27
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    397.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.148 +j   1.978 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.052
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z2:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z0:  38.035 +j   0.643 (PU)

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                           AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   397.7 / -33.0        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA A  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                                ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    SE-AT_BARRA B   11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    B_SEC-TRSA        220.0  1.0119 / -62.  0.9817 / 179.  1.0000 /  60.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0003 /  17.  1.7002 / 179.  1.7526 / 118.

SE-AT_BARRA A  ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.   397.7/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ----------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:01:24                                              PAGE    28
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    397.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.148 +j   1.978 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.052
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z2:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z0:  38.035 +j   0.643 (PU)

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   397.7 / -33.0         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA B  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                             ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    SE-AT_BARRA A   11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.

SE-AT_BARRA B  ================               SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.   397.7/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.


********************************************************************************************
```

Jun 13, 2017 16:01:24 PAGE 29
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

****** 3 0 C Y C L E S F A U L T A N A L Y S I S S U M M A R Y ******

BUS NAME	VOLTAGE L-L	AVAILABLE FAULT CURRENT 3 PHASE	X/R	LINE/GRND	X/R
CPFL BARRA 1	138000.	14891.8	3.9	8937.59	3.7
CPFL BARRA 2	138000.	14885.3	3.9	8936.03	3.7
PMT CAG	11400.	7386.1	10.2	397.15	0.1
PMT GERAL	11400.	7291.2	9.1	396.66	0.1
SE-AT_BARRA A	11400.	7561.7	11.8	397.75	0.1
SE-AT_BARRA B	11400.	7561.6	11.8	397.74	0.1

********** FAULT ANALYSIS REPORT COMPLETED **********

9.2. Resultados dos Cálculos Computacionais de Curto Circuito Cenário 2

```
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

Jun 13, 2017     16:06:38


--------------------------------------------------------------------------------
ALL INFORMATION PRESENTED IS FOR REVIEW, APPROVAL
INTERPRETATION AND APPLICATION BY A REGISTERED ENGINEER ONLY
SKM DISCLAIMS ANY RESPONSIBILITY AND LIABILITY RESULTING
FROM THE USE AND INTERPRETATION OF THIS SOFTWARE.
--------------------------------------------------------------------------------
SKM POWER*TOOLS FOR WINDOWS
SHORT CIRCUIT ANALYSIS REPORT
COPYRIGHT SKM SYSTEMS ANALYSIS, INC. 1995-2016
--------------------------------------------------------------------------------


Jun 13, 2017     16:06:38                                          PAGE    2
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

    ALL PU VALUES ARE EXPRESSED ON A 100 MVA BASE


                SWING GENERATORS
    BUS NAME    SOURCE NAME       VOLTAGE  ANGLE
    ================================================
    B_FIC-CPFL LA  CPFL LA        1.00     0.00
```

Jun 13, 2017 16:06:38 PAGE 3
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** P R E - F A U L T V O L T A G E P R O F I L E **********

BUS# NAME	BASE VOLTS	PU VOLTS	ANGLE (D)
CPFL BARRA 1	138000.00	1.0000	0.
CPFL BARRA 2	138000.00	1.0000	0.
PBT-CAG-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-2	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-3	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-4	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-GERAL-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PMT CAG	11400.00	1.0000	-30.
PMT GERAL	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA A	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA B	11400.00	1.0000	-30.

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE     4
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T ***************

                FAULT TYPE: 3PH
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: YES
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ============================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  14891.8 /  -76. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.938

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    17655.4     14916.9     14892.8     14891.8     14891.8

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14891.8 / -75.8    14891.8 / 164.2     14891.8 /  44.2

  CPFL BARRA 1   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0009 / -53.   0.0009 /-173.   0.0009 /  67.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    CPFL BARRA 1   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000.  14891.8/ -76.  14891.8/ 164.  14891.8/
44.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ----------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                              PAGE     5
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  14885.3 /  -76. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.934

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    17643.3     14910.3     14886.4     14885.3     14885.3

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14885.3 / -75.7    14885.3 / 164.3     14885.3 /  44.3

  CPFL BARRA 2   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0005 / -31.  0.0005 /-151.  0.0005 /  89.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0003 / -61.  0.0003 / 179.  0.0003 /  59.
    CPFL BARRA 2   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.  14885.2/ -76.  14885.2/ 164.  14885.2/
44.
 CPFL BARRA 2   B_SEC_TR2      TR2           138000.      0.2/  64.      0.2/ -56.      0.2/-
176.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE     6
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG         VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  13884.0 / -113. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.042 +j   0.362 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     8.580

                   ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                     19445.5     14607.1     14054.5     13893.1     13884.1

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  13884.0 /-113.4    13884.0 / 126.6     13884.0 /   6.6

  PMT CAG         ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                            ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -68.  0.0000 / 172.  0.0000 /  52.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    PMT CAG         ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                 FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG         FIC_003        11400.  13884.0/-113.  13884.0/ 127.  13884.0/
7.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1   TR-1.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1   TR-2.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1   TR-3.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1   TR-4.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE     7
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL       VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  13545.5 / -112. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.051 +j   0.370 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     7.270

                   ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                     18387.7     13966.0     13621.1     13547.9     13545.5

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  13545.5 /-112.2    13545.5 / 127.8     13545.5 /   7.8

  PMT GERAL       ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                             ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -67.  0.0000 / 173.  0.0000 /  53.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    PMT GERAL      ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL      FIC_004        11400.  13545.5/-112.  13545.5/ 128.  13545.5/
8.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1   TR-6.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1   TR-5.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1   TR-7.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE     8
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  14521.9 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.032 +j   0.347 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    10.955

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    21179.4     15919.2     14979.8     14568.7     14523.4

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14521.9 /-114.8    14521.9 / 125.2     14521.9 /   5.2

  SE-AT_BARRA A  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    SE-AT_BARRA B   11400.0  0.0000 / -70.  0.0000 / 170.  0.0000 /  50.
    B_SEC-TRSA        220.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0039 / -70.  0.0039 / 170.  0.0039 /  50.
    SE-AT_BARRA A  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.   7260.8/  65.   7260.8/ -55.   7260.8/-
175.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.   7261.1/-115.   7261.1/ 125.   7261.1/
5.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE     9
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  14521.9 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.032 +j   0.347 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    10.955

                  ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    21179.4     15919.2     14979.8     14568.7     14523.4

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14521.9 /-114.8    14521.9 / 125.2     14521.9 /   5.2

  SE-AT_BARRA B  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                            ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    SE-AT_BARRA A   11400.0  0.0000 / -70.  0.0000 / 170.  0.0000 /  50.
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0039 / -70.  0.0039 / 170.  0.0039 /  50.
    SE-AT_BARRA B  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.   7260.9/-115.   7260.9/ 125.   7260.9/
5.
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR2      SE-AT_BARRA B  TR2_CB         11400.   7260.9/-115.   7260.9/ 125.   7260.9/
5.


********************************************************************************************
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    10
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T ***************

                FAULT TYPE: SLG
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: YES
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ============================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   8937.6 /  -75. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.036 +j   0.136 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.723
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z2:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z0:   0.023 +j   0.081 (PU)

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    10461.0      8948.0      8937.9      8937.6      8937.6

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.2432 / -136.4     1.2546 /  135.8

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  8937.6 / -75.0        0.0 / -75.0         0.0 / -75.0

  CPFL BARRA 1   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0005 / -59.  1.2433 /-136.  1.2547 / 136.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.  1.2432 /-136.  1.2546 / 136.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.7244 / -44.  0.7178 /-136.  1.0000 /  90.
    CPFL BARRA 1   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000.   8937.6/ -75.      0.0/ -75.      0.0/ -
75.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ----------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    11
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   8936.0 /  -75. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.036 +j   0.136 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.722
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z2:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z0:   0.023 +j   0.081 (PU)

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    10458.2      8946.5      8936.4      8936.0      8936.0

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.2432 / -136.4     1.2545 /  135.8

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  8936.0 / -75.0        0.0 / -75.0         0.0 / -75.0

  CPFL BARRA 2   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0002 / -30.  1.2432 /-136.  1.2546 / 136.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.7243 / -44.  0.7178 /-136.  1.0000 /  90.
    CPFL BARRA 2   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.   8936.0/ -75.      0.0/-113.      0.0/-
113.
 CPFL BARRA 2   B_SEC_TR2      TR2           138000.      0.1/  64.      0.0/-116.      0.0/-
116.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    12
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG         VOLTAGE BASE LL:                 11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:     792.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   19.135 +j   1.083 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.057
                  SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.042 +j   0.362 (PU)
                                                Z2:   0.042 +j   0.362 (PU)
                                                Z0:  19.050 +j   0.358 (PU)

                   ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                       792.7       792.7       792.7       792.7       792.7

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     1.6960 /  178.5     1.7525 /  118.2

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                    792.7 / -33.2        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  PMT CAG         ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                        ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /  11.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    PMT CAG         ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG          FIC_003        11400.    792.7/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1    TR-1.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1    TR-2.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1    TR-3.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1    TR-4.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    13
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL       VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    790.8 /  -33. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   19.180 +j   1.119 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.058
                  SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.051 +j   0.370 (PU)
                                                Z2:   0.051 +j   0.370 (PU)
                                                Z0:  19.078 +j   0.378 (PU)

                   ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                       790.8       790.8       790.8       790.8       790.8

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     1.6942 /  178.5     1.7518 /  118.2

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                    790.8 / -33.3        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  PMT GERAL       ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                        ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /  11.  1.6942 / 179.  1.7518 / 118.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6942 / 179.  1.7518 / 118.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6942 / 179.  1.7518 / 118.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6942 / 179.  1.7518 / 118.
    PMT GERAL      ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                 FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL       FIC_004         11400.    790.8/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1    TR-6.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1    TR-5.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1    TR-7.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    14
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    795.1 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   19.081 +j   1.016 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.053
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.032 +j   0.347 (PU)
                                               Z2:   0.032 +j   0.347 (PU)
                                               Z0:  19.017 +j   0.322 (PU)

                  ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                      795.1       795.1       795.1       795.1       795.1

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.6987 /  178.5     1.7531 /  118.3

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   795.1 / -33.0        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA A  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6987 / 179.  1.7531 / 118.
    SE-AT_BARRA B   11400.0  0.0000 /   0.  1.6987 / 179.  1.7531 / 118.
    B_SEC-TRSA        220.0  1.0121 / -62.  0.9807 / 179.  1.0000 /  60.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0003 /  17.  1.6986 / 179.  1.7531 / 118.
    SE-AT_BARRA A  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.    397.6/ 147.      0.0/ 108.      0.0/
108.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.    397.6/ -33.      0.0/ 105.      0.0/
105.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    15
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    795.1 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   19.081 +j   1.016 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.053
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.032 +j   0.347 (PU)
                                               Z2:   0.032 +j   0.347 (PU)
                                               Z0:  19.017 +j   0.322 (PU)

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                      795.1       795.1       795.1       795.1       795.1

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.6987 /  178.5     1.7531 /  118.3

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   795.1 / -33.0        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA B  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    SE-AT_BARRA A   11400.0  0.0000 /   0.  1.6987 / 179.  1.7531 / 118.
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6987 / 179.  1.7531 / 118.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0003 /  17.  1.6986 / 179.  1.7531 / 118.
    SE-AT_BARRA B  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.    397.6/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR2      SE-AT_BARRA B  TR2_CB         11400.    397.6/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.


*********************************************************************************************
```

Jun 13, 2017 16:06:38 PAGE 16
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** F A U L T A N A L Y S I S S U M M A R Y **********

BUS NAME	VOLTAGE L-L	AVAILABLE FAULT CURRENT 3 PHASE	X/R	LINE/GRND	X/R
CPFL BARRA 1	138000.	14891.8	3.9	8937.59	3.7
CPFL BARRA 2	138000.	14885.3	3.9	8936.03	3.7
PMT CAG	11400.	13884.0	8.6	792.75	0.1
PMT GERAL	11400.	13545.5	7.3	790.81	0.1
SE-AT_BARRA A	11400.	14521.9	11.0	795.14	0.1
SE-AT_BARRA B	11400.	14521.9	11.0	795.14	0.1

Jun 13, 2017 16:06:38 PAGE 17
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

ALL PU VALUES ARE EXPRESSED ON A 100 MVA BASE

BUS NAME	SWING GENERATORS SOURCE NAME	VOLTAGE	ANGLE
B_FIC-CPFL LA	CPFL LA	1.00	0.00

Jun 13, 2017 16:06:38 PAGE 18
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** P R E - F A U L T V O L T A G E P R O F I L E **********

BUS# NAME	BASE VOLTS	PU VOLTS	ANGLE (D)
CPFL BARRA 1	138000.00	1.0000	0.
CPFL BARRA 2	138000.00	1.0000	0.
PBT-CAG-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-2	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-3	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-4	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-GERAL-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PMT CAG	11400.00	1.0000	-30.
PMT GERAL	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA A	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA B	11400.00	1.0000	-30.

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                              PAGE   19
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** 3 0    C Y C L E S    F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T
***************

                FAULT TYPE: 3PH
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: NO
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ================================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:  14891.8 /  -76. ( AMPS/DEG )
                THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.938

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                        AT TIME =    30.0 CYCLES
                ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                14891.8 / -75.8    14891.8 / 164.2     14891.8 /  44.2

  CPFL BARRA 1   ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                              ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0009 / -53.  0.0009 /-173.  0.0009 /  67.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

CPFL BARRA 1   ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000. 14891.8/ -76. 14891.8/ 164. 14891.8/  44.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:  14885.3 /  -76. ( AMPS/DEG )
                THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.934

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                        AT TIME =    30.0 CYCLES
                ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                14885.3 / -75.7    14885.3 / 164.3     14885.3 /  44.3

  CPFL BARRA 2   ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                              ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0005 / -31.  0.0005 /-151.  0.0005 /  89.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0003 / -61.  0.0003 / 179.  0.0003 /  59.

CPFL BARRA 2   ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000. 14885.2/ -76. 14885.2/ 164. 14885.2/  44.
 CPFL BARRA 2   B_SEC_TR2      TR2           138000.     0.2/  64.     0.2/ -56.     0.2/-176.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    20
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG         VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                                FAULT CURRENT:  13884.0 / -113. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.042 +j   0.362 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     8.580

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                             AT TIME =    30.0 CYCLES
                  ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                  13884.0 /-113.4     13884.0 / 126.6     13884.0 /   6.6

  PMT CAG         ====                SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                             ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -68.  0.0000 / 172.  0.0000 /  52.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

PMT CAG         ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                 FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                                BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG         FIC_003        11400. 13884.0/-113. 13884.0/ 127. 13884.0/   7.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1   TR-1.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1   TR-2.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1   TR-3.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1   TR-4.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                              PAGE    21
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL      VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:  13545.5 / -112. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.051 +j   0.370 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     7.270

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 13545.5 /-112.2    13545.5 / 127.8     13545.5 /   7.8

  PMT GERAL      ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -67.  0.0000 / 173.  0.0000 /  53.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

PMT GERAL      ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL      FIC_004        11400. 13545.5/-112. 13545.5/ 128. 13545.5/   8.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1   TR-6.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1   TR-5.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1   TR-7.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    22
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:  14521.9 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.032 +j   0.347 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    10.955

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14521.9 /-114.8    14521.9 / 125.2     14521.9 /   5.2

  SE-AT_BARRA A  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                             ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    SE-AT_BARRA B   11400.0  0.0000 / -70.  0.0000 / 170.  0.0000 /  50.
    B_SEC-TRSA        220.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0039 / -70.  0.0039 / 170.  0.0039 /  50.

SE-AT_BARRA A  ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.  7260.8/  65.  7260.8/ -55.  7260.8/-175.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.  7261.1/-115.  7261.1/ 125.  7261.1/   5.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    23
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:  14521.9 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.032 +j   0.347 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    10.955

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14521.9 /-114.8    14521.9 / 125.2     14521.9 /   5.2

  SE-AT_BARRA B  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                            ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    SE-AT_BARRA A   11400.0  0.0000 / -70.  0.0000 / 170.  0.0000 /  50.
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0039 / -70.  0.0039 / 170.  0.0039 /  50.

SE-AT_BARRA B  ================               SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.  7260.9/-115.  7260.9/ 125.  7260.9/   5.
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR2      SE-AT_BARRA B  TR2_CB         11400.  7260.9/-115.  7260.9/ 125.  7260.9/   5.

*********************************************************************************************
```

Jun 13, 2017 16:06:38 PAGE 24
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** 3 0 C Y C L E S F A U L T A N A L Y S I S R E P O R T **********

FAULT TYPE: SLG
MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: NO
MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES

==========

CPFL BARRA 1 VOLTAGE BASE LL: 138000.0 (VOLTS)
FAULT CURRENT: 8937.6 / -75. (AMPS/DEG)
THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE: 0.036 +j 0.136 (PU)
THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO: 3.723
SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1: 0.007 +j 0.027 (PU)
Z2: 0.007 +j 0.027 (PU)
Z0: 0.023 +j 0.081 (PU)

FAULTED CURRENT (AMPS / DEG)
AT TIME = 30.0 CYCLES
---PHASE A--- ---PHASE B--- ---PHASE C---
8937.6 / -75.0 0.0 / -75.0 0.0 / -75.0

CPFL BARRA 1 ==== SYSTEM BUS VOLTAGES (PU / DEG) =======
FIRST BUS FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES
---PHASE A--- ---PHASE B--- ---PHASE C---
B_FIC-CPFL LA 138000.0 0.0005 / -59. 1.2433 /-136. 1.2547 / 136.
CPFL BARRA 2 138000.0 0.0000 / 0. 1.2432 /-136. 1.2546 / 136.
B_SEC_TR1 11400.0 0.7244 / -44. 0.7178 /-136. 1.0000 / 90.

CPFL BARRA 1 ========== SYSTEM BRANCH FLOWS (AMPS) ==========
FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES

		BRANCH NAME	VBASE LL	-PHASE A-	-PHASE B-	-PHASE C-
B_FIC-CPFL LA	CPFL BARRA 1	CPFL LA_CB	138000.	8937.6/ -75.	0.0/ -75.	0.0/ -75.
CPFL BARRA 1	CPFL BARRA 2	FIC-001	138000.	0.0/ 0.	0.0/ 0.	0.0/ 0.
CPFL BARRA 1	B_SEC_TR1	TR1	138000.	0.0/ 0.	0.0/ 0.	0.0/ 0.

-

CPFL BARRA 2 VOLTAGE BASE LL: 138000.0 (VOLTS)
FAULT CURRENT: 8936.0 / -75. (AMPS/DEG)
THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE: 0.036 +j 0.136 (PU)
THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO: 3.722
SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1: 0.007 +j 0.027 (PU)
Z2: 0.007 +j 0.027 (PU)
Z0: 0.023 +j 0.081 (PU)

FAULTED CURRENT (AMPS / DEG)
AT TIME = 30.0 CYCLES
---PHASE A--- ---PHASE B--- ---PHASE C---
8936.0 / -75.0 0.0 / -75.0 0.0 / -75.0

CPFL BARRA 2 ==== SYSTEM BUS VOLTAGES (PU / DEG) =======
FIRST BUS FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES
---PHASE A--- ---PHASE B--- ---PHASE C---
CPFL BARRA 1 138000.0 0.0002 / -30. 1.2432 /-136. 1.2546 / 136.
B_SEC_TR2 11400.0 0.7243 / -44. 0.7178 /-136. 1.0000 / 90.

CPFL BARRA 2 ========== SYSTEM BRANCH FLOWS (AMPS) ==========

```
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
CPFL BARRA 1    CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.  8936.0/ -75.     0.0/-113.     0.0/-113.
CPFL BARRA 2    B_SEC_TR2      TR2           138000.     0.1/  64.     0.0/-116.     0.0/-116.

-------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    25
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG        VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    792.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   19.135 +j   1.083 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.057
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.042 +j   0.362 (PU)
                                               Z2:   0.042 +j   0.362 (PU)
                                               Z0:  19.050 +j   0.358 (PU)

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   792.7 / -33.2         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  PMT CAG        ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /  11.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6960 / 179.  1.7525 / 118.

PMT CAG        ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG          FIC_003        11400.   792.7/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-1.1     TR-1.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-2.1     TR-2.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-3.1     TR-3.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG        B_PRI_TR-4.1     TR-4.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                              PAGE    26
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL      VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    790.8 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   19.180 +j   1.119 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.058
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.051 +j   0.370 (PU)
                                               Z2:   0.051 +j   0.370 (PU)
                                               Z0:  19.078 +j   0.378 (PU)

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   790.8 / -33.3         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  PMT GERAL      ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /  11.  1.6942 / 179.  1.7518 / 118.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6942 / 179.  1.7518 / 118.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6942 / 179.  1.7518 / 118.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6942 / 179.  1.7518 / 118.

PMT GERAL      ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL      FIC_004        11400.   790.8/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1   TR-6.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1   TR-5.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1   TR-7.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    27
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    795.1 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   19.081 +j   1.016 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.053
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.032 +j   0.347 (PU)
                                               Z2:   0.032 +j   0.347 (PU)
                                               Z0:  19.017 +j   0.322 (PU)

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                           AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   795.1 / -33.0         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA A  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                                ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6987 / 179.  1.7531 / 118.
    SE-AT_BARRA B   11400.0  0.0000 /   0.  1.6987 / 179.  1.7531 / 118.
    B_SEC-TRSA        220.0  1.0121 / -62.  0.9807 / 179.  1.0000 /  60.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0003 /  17.  1.6986 / 179.  1.7531 / 118.

SE-AT_BARRA A  ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ===================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.   397.6/ 147.     0.0/ 108.     0.0/ 108.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.   397.6/ -33.     0.0/ 105.     0.0/ 105.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:06:38                                                PAGE    28
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    795.1 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   19.081 +j   1.016 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.053
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.032 +j   0.347 (PU)
                                               Z2:   0.032 +j   0.347 (PU)
                                               Z0:  19.017 +j   0.322 (PU)

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                           AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   795.1 / -33.0         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA B  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                                ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    SE-AT_BARRA A   11400.0  0.0000 /   0.  1.6987 / 179.  1.7531 / 118.
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6987 / 179.  1.7531 / 118.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0003 /  17.  1.6986 / 179.  1.7531 / 118.

SE-AT_BARRA B  ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ==================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  SE-AT_BARRA B  FIC-002        11400.   397.6/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR2      SE-AT_BARRA B  TR2_CB         11400.   397.6/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.

*********************************************************************************************
```

Jun 13, 2017 16:06:38 PAGE 29
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

****** 3 0 C Y C L E S F A U L T A N A L Y S I S S U M M A R Y ******

BUS NAME	VOLTAGE L-L	AVAILABLE FAULT CURRENT 3 PHASE	X/R	LINE/GRND	X/R
CPFL BARRA 1	138000.	14891.8	3.9	8937.59	3.7
CPFL BARRA 2	138000.	14885.3	3.9	8936.03	3.7
PMT CAG	11400.	13884.0	8.6	792.75	0.1
PMT GERAL	11400.	13545.5	7.3	790.81	0.1
SE-AT_BARRA A	11400.	14521.9	11.0	795.14	0.1
SE-AT_BARRA B	11400.	14521.9	11.0	795.14	0.1

********** FAULT ANALYSIS REPORT COMPLETED **********

9.3. Resultados dos Cálculos Computacionais de Curto Circuito Cenário 3

```
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

Jun 13, 2017     16:09:03


--------------------------------------------------------------------------------
ALL INFORMATION PRESENTED IS FOR REVIEW, APPROVAL
INTERPRETATION AND APPLICATION BY A REGISTERED ENGINEER ONLY
SKM DISCLAIMS ANY RESPONSIBILITY AND LIABILITY RESULTING
FROM THE USE AND INTERPRETATION OF THIS SOFTWARE.
--------------------------------------------------------------------------------
SKM POWER*TOOLS FOR WINDOWS
SHORT CIRCUIT ANALYSIS REPORT
COPYRIGHT SKM SYSTEMS ANALYSIS, INC. 1995-2016
--------------------------------------------------------------------------------


Jun 13, 2017     16:09:03                                          PAGE     2
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

    ALL PU VALUES ARE EXPRESSED ON A 100 MVA BASE


                SWING GENERATORS
    BUS NAME    SOURCE NAME       VOLTAGE  ANGLE
    ================================================
    B_FIC-CPFL LA  CPFL LA           1.00     0.00
```

Jun 13, 2017 16:09:03 PAGE 3
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** P R E - F A U L T V O L T A G E P R O F I L E **********

BUS# NAME	BASE VOLTS	PU VOLTS	ANGLE (D)
CPFL BARRA 1	138000.00	1.0000	0.
CPFL BARRA 2	138000.00	1.0000	0.
PBT-CAG-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-2	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-3	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-4	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-GERAL-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PMT CAG	11400.00	1.0000	-30.
PMT GERAL	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA A	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA B	11400.00	1.0000	-30.

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                                PAGE     4
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T ***************

                FAULT TYPE: 3PH
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: YES
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ============================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  14891.8 /  -76. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.938

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    17655.4     14916.9     14892.8     14891.8     14891.8

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14891.8 / -75.8    14891.8 / 164.2     14891.8 /  44.2

  CPFL BARRA 1   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0009 / -53.   0.0009 /-173.   0.0009 /  67.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    CPFL BARRA 1   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000.  14891.8/ -76.  14891.8/ 164.  14891.8/
44.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ----------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE     5
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:  14885.3 /  -76. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.934

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    17643.3     14910.3     14886.4     14885.3     14885.3

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14885.3 / -75.7    14885.3 / 164.3     14885.3 /  44.3

  CPFL BARRA 2   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0005 / -31.  0.0005 /-151.  0.0005 /  89.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    CPFL BARRA 2   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.  14885.3/ -76.  14885.3/ 164.  14885.3/
44.
 CPFL BARRA 2   B_SEC_TR2      TR2           138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                                PAGE     6
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG         VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    7386.1 / -114. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:     0.067 +j   0.682 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     10.183

                   ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                     10650.0      7987.5      7566.1      7401.5      7386.5

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   7386.1 /-114.4     7386.1 / 125.6      7386.1 /   5.6

  PMT CAG         ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                            ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -69.  0.0000 / 171.  0.0000 /  51.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    PMT CAG         ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                 FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG         FIC_003        11400.   7386.1/-114.   7386.1/ 126.   7386.1/
6.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1   TR-1.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1   TR-2.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1   TR-3.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1   TR-4.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE     7
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL       VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    7291.2 / -114. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:     0.076 +j   0.690 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:      9.118

                   ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                     10321.7      7740.5      7407.0      7298.6      7291.3

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   7291.2 /-113.7     7291.2 / 126.3      7291.2 /   6.3

  PMT GERAL       ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                            ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -69.  0.0000 / 171.  0.0000 /  51.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    PMT GERAL      ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL      FIC_004        11400.   7291.2/-114.   7291.2/ 126.   7291.2/
6.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1   TR-6.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1   TR-5.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1   TR-7.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                                PAGE     8
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   7561.7 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.056 +j   0.667 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    11.816

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    11152.3      8414.9      7866.7      7598.7      7563.2

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7561.7 /-115.2     7561.7 / 124.8      7561.7 /   4.8

  SE-AT_BARRA A  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC-TRSA        220.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0041 / -71.  0.0041 / 169.  0.0041 /  49.
    SE-AT_BARRA A  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                              FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                             BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.   7561.7/-115.   7561.7/ 125.   7561.7/
5.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE     9
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   7561.6 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.056 +j   0.667 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    11.814

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    11151.9      8414.5      7866.5      7598.5      7563.1

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0     0.0000 /    0.0

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7561.6 /-115.2     7561.6 / 124.8      7561.6 /   4.8

  SE-AT_BARRA B  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0041 / -71.  0.0041 / 169.  0.0041 /  49.
    SE-AT_BARRA B  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR2      SE-AT_BARRA B  TR2_CB         11400.   7561.6/-115.   7561.6/ 125.   7561.6/
5.


********************************************************************************************
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE    10
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T ***************

                FAULT TYPE: SLG
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: YES
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ============================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   8937.6 /  -75. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.036 +j   0.136 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.723
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z2:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z0:   0.023 +j   0.081 (PU)

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    10461.0      8948.0      8937.9      8937.6      8937.6

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.2432 / -136.4     1.2546 /  135.8

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  8937.6 / -75.0        0.0 / -75.0         0.0 / -75.0

  CPFL BARRA 1   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                           ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0005 / -59.  1.2433 /-136.  1.2547 / 136.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.  1.2432 /-136.  1.2546 / 136.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.7244 / -44.  0.7178 /-136.  1.0000 /  90.
    CPFL BARRA 1   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000.   8937.6/ -75.      0.0/ -75.      0.0/ -
75.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ----------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                                PAGE    11
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:   8936.0 /  -75. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.036 +j   0.136 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.722
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z2:   0.007 +j   0.027 (PU)
                                               Z0:   0.023 +j   0.081 (PU)

                  ASYM    RMS   INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                    10458.2      8946.5      8936.4      8936.0      8936.0

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.2432 / -136.4     1.2545 /  135.8

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  8936.0 / -75.0        0.0 / -75.0         0.0 / -75.0

  CPFL BARRA 2   ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0002 / -30.  1.2432 /-136.  1.2546 / 136.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.7243 / -44.  0.7177 /-136.  1.0000 /  90.
    CPFL BARRA 2   ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.   8936.0/ -75.      0.0/ -75.      0.0/ -
75.
 CPFL BARRA 2   B_SEC_TR2      TR2           138000.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                                PAGE    12
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG         VOLTAGE BASE LL:                 11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:     397.1 /  -33. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.202 +j   2.045 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.054
                  SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.067 +j   0.682 (PU)
                                                Z2:   0.067 +j   0.682 (PU)
                                                Z0:  38.068 +j   0.680 (PU)

                   ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                       397.1       397.1       397.1       397.1       397.1

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     1.6990 /  178.6     1.7523 /  118.4

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                    397.1 / -33.1        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  PMT CAG         ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                        ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    PMT CAG         ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG          FIC_003        11400.    397.1/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1    TR-1.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1    TR-2.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1    TR-3.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1    TR-4.1_CB      11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                                PAGE    13
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL       VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                  INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    396.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.247 +j   2.081 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.054
                  SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.076 +j   0.690 (PU)
                                                Z2:   0.076 +j   0.690 (PU)
                                                Z0:  38.095 +j   0.700 (PU)

                   ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                  1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                       396.7       396.7       396.7       396.7       396.7

                  INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  0.0000 /    0.0     1.6981 /  178.6     1.7520 /  118.3

                  INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =     0.5 CYCLES
                  ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                    396.7 / -33.1        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  PMT GERAL       ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                        ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    PMT GERAL       ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL        FIC_004         11400.    396.7/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1     TR-6.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1     TR-5.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1     TR-7.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE    14
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    397.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.148 +j   1.978 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.052
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z2:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z0:  38.035 +j   0.643 (PU)

                  ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                      397.7       397.7       397.7       397.7       397.7

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.7003 /  178.6     1.7526 /  118.4

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   397.7 / -33.0        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA A  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    B_SEC-TRSA        220.0  1.0119 / -62.  0.9817 / 179.  1.0000 /  60.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0003 /  17.  1.7002 / 179.  1.7526 / 118.
    SE-AT_BARRA A  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                 FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                                BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.    397.7/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE    15
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                 INI. SYM. RMS FAULT CURRENT:    397.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.148 +j   1.978 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.052
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z2:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z0:  38.035 +j   0.643 (PU)

                  ASYM    RMS    INTERRUPTING AMPS
                 1/2 CYCLES    2 CYCLES    3 CYCLES    5 CYCLES    8 CYCLES
                      397.7       397.7       397.7       397.7       397.7

                 INI. SYM. RMS FAULTED BUS VOLTAGES ( PU / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 0.0000 /    0.0     1.7003 /  178.6     1.7526 /  118.4

                 INI.    RMS   FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =     0.5 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   397.7 / -33.0        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA B  ==== INI. SYM. RMS SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =     0.5 CYCLES
                       ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0003 /  17.  1.7002 / 179.  1.7526 / 118.
    SE-AT_BARRA B  ================ INI.    RMS   SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     0.5 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/
0.
 B_SEC_TR2      SE-AT_BARRA B  TR2_CB         11400.    397.7/ -33.      0.0/   0.      0.0/
0.


*********************************************************************************************
```

Jun 13, 2017 16:09:03 PAGE 16
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** F A U L T A N A L Y S I S S U M M A R Y **********

BUS NAME	VOLTAGE L-L	AVAILABLE FAULT CURRENT 3 PHASE	X/R	LINE/GRND	X/R
CPFL BARRA 1	138000.	14891.8	3.9	8937.59	3.7
CPFL BARRA 2	138000.	14885.3	3.9	8936.03	3.7
PMT CAG	11400.	7386.1	10.2	397.15	0.1
PMT GERAL	11400.	7291.2	9.1	396.66	0.1
SE-AT_BARRA A	11400.	7561.7	11.8	397.75	0.1
SE-AT_BARRA B	11400.	7561.6	11.8	397.74	0.1

Jun 13, 2017 16:09:03 PAGE 17
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

ALL PU VALUES ARE EXPRESSED ON A 100 MVA BASE

BUS NAME	SWING GENERATORS SOURCE NAME	VOLTAGE	ANGLE
B_FIC-CPFL LA	CPFL LA	1.00	0.00

Jun 13, 2017 16:09:03 PAGE 18
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

********** P R E - F A U L T V O L T A G E P R O F I L E **********

BUS# NAME	BASE VOLTS	PU VOLTS	ANGLE (D)
CPFL BARRA 1	138000.00	1.0000	0.
CPFL BARRA 2	138000.00	1.0000	0.
PBT-CAG-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-2	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-3	380.00	1.0000	-60.
PBT-CAG-4	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-GERAL-1	380.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PBT-N-PROCESSO	480.00	1.0000	-60.
PMT CAG	11400.00	1.0000	-30.
PMT GERAL	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA A	11400.00	1.0000	-30.
SE-AT_BARRA B	11400.00	1.0000	-30.

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE   19
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica

 ***************** 3 0    C Y C L E S    F A U L T    A N A L Y S I S    R E P O R T
***************

                FAULT TYPE: 3PH
                MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: NO
                MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
                MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES
 ================================================================================


  CPFL BARRA 1   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:  14891.8 /  -76. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.938

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14891.8 / -75.8    14891.8 / 164.2     14891.8 /  44.2

  CPFL BARRA 1   ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    B_FIC-CPFL LA  138000.0  0.0009 / -53.  0.0009 /-173.  0.0009 /  67.
    CPFL BARRA 2   138000.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

CPFL BARRA 1   ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 B_FIC-CPFL LA  CPFL BARRA 1   CPFL LA_CB    138000. 14891.8/ -76. 14891.8/ 164. 14891.8/  44.
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 CPFL BARRA 1   B_SEC_TR1      TR1           138000.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-


  CPFL BARRA 2   VOLTAGE BASE LL:              138000.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:  14885.3 /  -76. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.007 +j   0.027 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     3.934

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                 14885.3 / -75.7    14885.3 / 164.3     14885.3 /  44.3

  CPFL BARRA 2   ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CPFL BARRA 1   138000.0  0.0005 / -31.  0.0005 /-151.  0.0005 /  89.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

CPFL BARRA 2   ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CPFL BARRA 1   CPFL BARRA 2   FIC-001       138000. 14885.3/ -76. 14885.3/ 164. 14885.3/  44.
 CPFL BARRA 2   B_SEC_TR2      TR2           138000.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                                PAGE    20
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG         VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                                FAULT CURRENT:    7386.1 / -114. ( AMPS/DEG )
                  THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:     0.067 +j    0.682 (PU)
                  THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     10.183

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                             AT TIME =     30.0 CYCLES
                  ---PHASE A---         ---PHASE B---         ---PHASE C---
                   7386.1 /-114.4       7386.1 / 125.6        7386.1 /   5.6

  PMT CAG         ====                SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT     AT TIME =     30.0 CYCLES
                                ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -69.   0.0000 / 171.   0.0000 /  51.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.   0.0000 /   0.   0.0000 /   0.

PMT CAG         ================               SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                 FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =     30.0 CYCLES
                                BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-      -PHASE B-      -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG         FIC_003         11400.  7386.1/-114.  7386.1/ 126.  7386.1/   6.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1   TR-1.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1   TR-2.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1   TR-3.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1   TR-4.1_CB       11400.      0.0/   0.      0.0/   0.      0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE    21
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL      VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   7291.2 / -114. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.076 +j   0.690 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     9.118

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7291.2 /-113.7     7291.2 / 126.3      7291.2 /   6.3

  PMT GERAL      ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                     FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 / -69.  0.0000 / 171.  0.0000 /  51.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.

PMT GERAL      ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL        FIC_004        11400.  7291.2/-114.  7291.2/ 126.  7291.2/   6.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1     TR-6.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1     TR-5.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1     TR-7.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE    22
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   7561.7 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.056 +j   0.667 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    11.816

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                         AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7561.7 /-115.2     7561.7 / 124.8      7561.7 /   4.8

  SE-AT_BARRA A  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                             ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC-TRSA        220.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0041 / -71.  0.0041 / 169.  0.0041 /  49.

SE-AT_BARRA A  ================               SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ===================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.  7561.7/-115.  7561.7/ 125.  7561.7/   5.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:   7561.6 / -115. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:    0.056 +j   0.667 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:    11.814

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                        AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                  7561.6 /-115.2     7561.6 / 124.8      7561.6 /   4.8

  SE-AT_BARRA B  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                       FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                             ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.  0.0000 /   0.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0041 / -71.  0.0041 / 169.  0.0041 /  49.

SE-AT_BARRA B  ================               SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ===================
                               FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                              BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR2      SE-AT_BARRA B  TR2_CB         11400.  7561.6/-115.  7561.6/ 125.  7561.6/   5.


*******************************************************************************************
```

********** 3 0 C Y C L E S F A U L T A N A L Y S I S R E P O R T **********

FAULT TYPE: SLG
MODEL INDUCTION MOTOR CONTRIBUTION: NO
MODEL TRANSFORMER TAPS: YES
MODEL TRANSFORMER PHASE SHIFT: YES

==========

CPFL BARRA 1 VOLTAGE BASE LL: 138000.0 (VOLTS)
FAULT CURRENT: 8937.6 / -75. (AMPS/DEG)
THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE: 0.036 +j 0.136 (PU)
THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO: 3.723
SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1: 0.007 +j 0.027 (PU)
Z2: 0.007 +j 0.027 (PU)
Z0: 0.023 +j 0.081 (PU)

FAULTED CURRENT (AMPS / DEG)
AT TIME = 30.0 CYCLES

---PHASE A---	---PHASE B---	---PHASE C---
8937.6 / -75.0	0.0 / -75.0	0.0 / -75.0

CPFL BARRA 1 ==== SYSTEM BUS VOLTAGES (PU / DEG) =======
FIRST BUS FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES

		---PHASE A---	---PHASE B---	---PHASE C---
B_FIC-CPFL LA	138000.0	0.0005 / -59.	1.2433 /-136.	1.2547 / 136.
CPFL BARRA 2	138000.0	0.0000 / 0.	1.2432 /-136.	1.2546 / 136.
B_SEC_TR1	11400.0	0.7244 / -44.	0.7178 /-136.	1.0000 / 90.

CPFL BARRA 1 ========== SYSTEM BRANCH FLOWS (AMPS) ==========
FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES

		BRANCH NAME	VBASE LL	-PHASE A-	-PHASE B-	-PHASE C-
B_FIC-CPFL LA	CPFL BARRA 1	CPFL LA_CB	138000.	8937.6/ -75.	0.0/ -75.	0.0/ -75.
CPFL BARRA 1	CPFL BARRA 2	FIC-001	138000.	0.0/ 0.	0.0/ 0.	0.0/ 0.
CPFL BARRA 1	B_SEC_TR1	TR1	138000.	0.0/ 0.	0.0/ 0.	0.0/ 0.

-

CPFL BARRA 2 VOLTAGE BASE LL: 138000.0 (VOLTS)
FAULT CURRENT: 8936.0 / -75. (AMPS/DEG)
THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE: 0.036 +j 0.136 (PU)
THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO: 3.722
SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1: 0.007 +j 0.027 (PU)
Z2: 0.007 +j 0.027 (PU)
Z0: 0.023 +j 0.081 (PU)

FAULTED CURRENT (AMPS / DEG)
AT TIME = 30.0 CYCLES

---PHASE A---	---PHASE B---	---PHASE C---
8936.0 / -75.0	0.0 / -75.0	0.0 / -75.0

CPFL BARRA 2 ==== SYSTEM BUS VOLTAGES (PU / DEG) =======
FIRST BUS FROM FAULT AT TIME = 30.0 CYCLES

		---PHASE A---	---PHASE B---	---PHASE C---
CPFL BARRA 1	138000.0	0.0002 / -30.	1.2432 /-136.	1.2546 / 136.
B_SEC_TR2	11400.0	0.7243 / -44.	0.7177 /-136.	1.0000 / 90.

CPFL BARRA 2 ========== SYSTEM BRANCH FLOWS (AMPS) ==========

```
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
CPFL BARRA 1    CPFL BARRA 2   FIC-001       138000.  8936.0/ -75.     0.0/ -75.     0.0/ -75.
CPFL BARRA 2    B_SEC_TR2      TR2           138000.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

-------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE    24
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT CAG        VOLTAGE BASE LL:               11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    397.1 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.202 +j   2.045 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.054
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.067 +j   0.682 (PU)
                                               Z2:   0.067 +j   0.682 (PU)
                                               Z0:  38.068 +j   0.680 (PU)

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---       ---PHASE B---       ---PHASE C---
                   397.1 / -33.1        0.0 /   0.0         0.0 /   0.0

  PMT CAG        ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                             ---PHASE A---     ---PHASE B---     ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-1.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-2.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-3.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.
    B_PRI_TR-4.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6990 / 179.  1.7523 / 118.

PMT CAG        ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT CAG          FIC_003        11400.   397.1/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-1.1    TR-1.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-2.1    TR-2.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-3.1    TR-3.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT CAG         B_PRI_TR-4.1    TR-4.1_CB      11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                              PAGE    25
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  PMT GERAL      VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    396.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.247 +j   2.081 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.054
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.076 +j   0.690 (PU)
                                               Z2:   0.076 +j   0.690 (PU)
                                               Z0:  38.095 +j   0.700 (PU)

                              FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   396.7 / -33.1         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  PMT GERAL      ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-6.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-5.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.
    B_PRI_TR-7.1    11400.0  0.0000 /   0.  1.6981 / 179.  1.7520 / 118.

PMT GERAL      ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                  FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                                 BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 CUB. ENTRADA_P PMT GERAL       FIC_004         11400.   396.7/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-6.1    TR-6.1_CB       11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-5.1    TR-5.1_CB       11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 PMT GERAL      B_PRI_TR-7.1    TR-7.1_CB       11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
Jun 13, 2017     16:09:03                                                PAGE    26
 ESTUDOS ELETRICOS
 CNPEM
 Resp.: Smarttech Eletrica


  SE-AT_BARRA A  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    397.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.148 +j   1.978 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.052
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z2:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z0:  38.035 +j   0.643 (PU)

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   397.7 / -33.0         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA A  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    B_SEC-TRSA        220.0  1.0119 / -62.  0.9817 / 179.  1.0000 /  60.
    B_SEC_TR1       11400.0  0.0003 /  17.  1.7002 / 179.  1.7526 / 118.

SE-AT_BARRA A  ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA A  CUB. ENTRADA_P PMT GERAL_CB1  11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 SE-AT_BARRA A  B_SEC-TRSA     TRSA           11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR1      SE-AT_BARRA A  TR1_CB         11400.   397.7/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.

 ------------------------------------------------------------------------------------------
-


  SE-AT_BARRA B  VOLTAGE BASE LL:                11400.0 (VOLTS)
                              FAULT CURRENT:    397.7 /  -33. ( AMPS/DEG )
                 THEVENIN EQUIVALENT IMPEDANCE:   38.148 +j   1.978 (PU)
                 THEVENIN IMPEDANCE X/R RATIO:     0.052
                 SEQUENCE EQUIVALENT IMPEDANCE Z1:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z2:   0.056 +j   0.667 (PU)
                                               Z0:  38.035 +j   0.643 (PU)

                                FAULTED CURRENT ( AMPS / DEG )
                          AT TIME =    30.0 CYCLES
                 ---PHASE A---        ---PHASE B---        ---PHASE C---
                   397.7 / -33.0         0.0 /   0.0          0.0 /   0.0

  SE-AT_BARRA B  ====               SYSTEM BUS VOLTAGES ( PU / DEG ) =======
                      FIRST BUS FROM FAULT    AT TIME =    30.0 CYCLES
                               ---PHASE A---      ---PHASE B---      ---PHASE C---
    CUB. ENTRADA_P  11400.0  0.0000 /   0.  1.7003 / 179.  1.7526 / 118.
    B_SEC_TR2       11400.0  0.0003 /  17.  1.7002 / 179.  1.7526 / 118.

SE-AT_BARRA B  ================              SYSTEM BRANCH FLOWS ( AMPS ) ====================
                                FIRST BRANCH FROM FAULT AT TIME =    30.0 CYCLES
                               BRANCH NAME   VBASE LL  -PHASE A-     -PHASE B-     -PHASE C-
 SE-AT_BARRA B  CUB. ENTRADA_P PMT CAG_CB1    11400.     0.0/   0.     0.0/   0.     0.0/   0.
 B_SEC_TR2      SE-AT_BARRA B  TR2_CB         11400.   397.7/ -33.     0.0/   0.     0.0/   0.


********************************************************************************************
```

Jun 13, 2017 16:09:03 PAGE 27
ESTUDOS ELETRICOS
CNPEM
Resp.: Smarttech Eletrica

****** 3 0 C Y C L E S F A U L T A N A L Y S I S S U M M A R Y ******

BUS NAME	VOLTAGE L-L	AVAILABLE FAULT CURRENT 3 PHASE	X/R	LINE/GRND	X/R
CPFL BARRA 1	138000.	14891.8	3.9	8937.59	3.7
CPFL BARRA 2	138000.	14885.3	3.9	8936.03	3.7
PMT CAG	11400.	7386.1	10.2	397.15	0.1
PMT GERAL	11400.	7291.2	9.1	396.66	0.1
SE-AT_BARRA A	11400.	7561.7	11.8	397.75	0.1
SE-AT_BARRA B	11400.	7561.6	11.8	397.74	0.1

********** FAULT ANALYSIS REPORT COMPLETED **********

SUBESTAÇÃO 138/11.4kV
CNPEM/SÍRIUS
ESTUDO DE ARCO ELÉTRICO

00	02/06/2017	EMISSÃO INICIAL - PARA INFORMAÇÃO	TF	GA
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	EXECUTADO	LIBERADO

COD.	CONTROLE DE REVISÃO											
FOLHA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
001	X											
002	X											
003	X											
004	X											
005	X											
006	X											
007	X											
008	X											
009	X											
010	X											
011	X											
012	X											
013	X											
014	X											
015	X											
016	X											
017	X											
018	X											
019	X											
020	X											
021	X											
022	X											
023	X											
024	X											
025												
026												
027												
028												
029												
030												
031												
032												
033												
034												
035												
036												
037												
038												
039												
040												
041												
042												
043												
044												
045												
046												
047												
048												
049												
050												

COD.	CONTROLE DE REVISÃO											
FOLHA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
051												
052												
053												
054												
055												
056												
057												
058												
059												
060												
061												
062												
063												
064												
065												
066												
067												
068												
069												
070												
071												
072												
073												
074												
075												
076												
077												
078												
079												
080												
081												
082												
083												
084												
085												
086												
087												
088												
089												
090												
091												
092												
093												
094												
095												
096												
097												
098												
099												
100												

NOTA:

1) Este controle indica a revisão que está sendo emitida. Manter as folhas não afetadas e substituir as alteradas pela última revisão.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 4
2. REFERÊNCIAS 5
2.1. DOCUMENTOS 5
2.2. NORMAS 6
3. TERMINOLOGIA E NOMENCLATURA 7
4. METODOLOGIA DE CÁLCULO 8
4.1. ARC FLASH 8
4.1.1. MÉTODO DE CÁLCULO 8
4.1.1.1. MÉTODO DE CÁLCULO 8
4.1.1.2. CÁLCULO DA ENERGIA NORMALIZADA 9
4.1.1.3. CÁLCULO DA ENERGIA REAL 9
4.1.1.4. DISTÂNCIAS DE TRABALHO UTILIZADAS 9
4.1.1.5. MODELO MATEMÁTICO BASEADO EM CONDIÇÕES ADVERSAS A IEEE 1584 10
4.1.1.6. TEMPO DE RESPOSTA DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO 11
4.1.1.7. DISTÂNCIAS ENTRE FASES (GAP) 12
4.1.1.8. CLASSIFICAÇÃO DAS VESTIMENTAS 13
5. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO 14
5.1. CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES 15
5.2. CABOS ELÉTRICOS 17
6. PREMISSAS 18
6.1. NÍVEL DE CURTO-CIRCUITO 18
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS DE ARCO ELÉTRICO 19
7.1. TABELA DE ENERGIA INCIDENTE 19
7.2. ETIQUETA DE ENERGIA INCIDENTE 19
7.3. CNPEM/SIRIUS (ETIQUETAS) 20
8. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES 23
9. ANEXOS 24
9.1. ETIQUETAS 24

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório irá interpretar os resultados dos estudos de Arco Elétrico para a SE CNPEM/SIRIUS 138/11.4kV, localizado na cidade de Campinas - SP.

De posse das informações de Curto-Circuito trifásico franco, calculados pela metodologia de decremento de corrente, onde há curva de decaimento da corrente de curto-circuito de ½ ciclo a 30 ciclos, mais os tempos de atuação das proteções, através do estudo de seletividade, foi elaborado o estudo de Arco-Elétrico/Energia Incidente (ArcFlash), originados devido à falha de isolamento, com o objetivo de determinar as distâncias limites de trabalho e os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados para execução dos serviços em painéis em condições normais e energizados.

2. REFERÊNCIAS

2.1. Documentos

Foram utilizados os seguintes documentos para o desenvolvimento do projeto:

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO
R562-SUB-PE-DES-0403-R01.pdf	Diagrama unifilar AT
R562-SUB-PE-DES-0404-R01	Diagrama unifilar MT
REPP2017-4929-CNPEM-SIRIUS-Parecer de Acesso.pdf	Parecer de acesso com valores estimados de CC
R562-SUB-PE-DES-0615-R00.pdf	Placas dos transformadores
R562-SUB-PE-FD-0633-R00.pdf	Folha de dados dos transformadores
R562-SUB-PE-DES-0674_00.pdf	Dados dos disjuntores
R562-SUB-PE-DES-0685-R00.pdf	Dados dos resistores de aterramento
Anexo H - CNPEM + Sírius Rev. 2.docx	Informações detalhadas da Unidade Consumidora
CNP001-ELE-PE-DET-0055-R04.pdf	Diagrama unifilar MT
CNP001-ELE-PE-DET-0057-R03.pdf	Diagrama unifilar BT
CNP001-ELE-PE-DET-0059-R05.pdf	Diagrama unifilar BT
R562-SUB-PE-DES-0201-R00.dwg	Arranjo Geral - Planta
R562-SUB-PE-DES-0202-R00.dwg	Arranjo Geral - Cortes
E-1652111.001-AG1.pdf	Arranjo geral – PMT-CAG
E-1652111.002-AG1.pdf	Arranjo geral – PMT GERAL

2.2. Normas

Foram utilizadas as seguintes normas para o desenvolvimento do projeto:

NORMA	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 14039-2004	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO; REVISÃO 2005
ABNT NBR 5410-2004	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO; REVISÃO 2005
IEEE Std. 315-1975	GRAPHIC SYMBOLS FOR ELECTRICAL AND ELECTRONICS DIAGRAMS
IEEE Std. 141-1993	RECOMMENDED PRACTICE FOR ELECTRIC POWER DISTRIBUTION FOR INDUSTRIAL PLANTS
IEEE Std. C37.010-1999	APPLICATION GUIDE FOR AC HIGH-VOLTAGE CIRCUIT BREAKERS RATED ON A SYMMETRICAL CURRENT BASIS
ABNT NBR 7094-2003	MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES – MOTORES DE INDUÇÃO
ABNT NBR 5356-2003	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
IEEE std 399-1997	RECOMMENDED PRACTICE FOR INDUSTRIAL AND COMMERCIAL POWER SYSTEMS ANALYSIS
ANEEL Nº 505 - 26/11/2001	RESOLUÇÃO - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA
IEEE Std. 1584 - 2010	IEEE GUIDE FOR PERFORMING ARC-FLASH HAZARD CALCULATIONS
NFPA 70E - 2015	STANDARD FOR ELECTRICAL REQUIREMENTS FOR EMPLOYEE WORKPLACES
Reference ArcFlash	MANUAL DE UTILIZAÇÃO – MÓDULO ARC FLASH – PTW
Reference DAPPER	MANUAL DE UTILIZAÇÃO – MÓDULO DAPPER – PTW
Reference CAPTOR	MANUAL DE UTILIZAÇÃO – MÓDULO CAPTOR – PTW

3. TERMINOLOGIA E NOMENCLATURA

Foram utilizadas as seguintes simbologias durante o desenvolvimento do projeto e relatório:

TERMINOLOGIA / NOMENCLATURA	DESCRIÇÃO
AT	Alta tensão (>1000 V)
BT	Baixa tensão (<= 1000 V)
CA	Corrente Alternada
Ik''	Corrente de curto-circuito inicial simétrica
Ik''KG	Corrente de curto-circuito inicial de cada contribuição
Ik	Corrente de curto-circuito simétrica em regime permanente
Ib	Corrente de ruptura simétrica de curto-circuito
Ib-assim	Corrente de ruptura assimétrica de curto-circuito
Ip	Corrente de curto-circuito de pico instantânea
iDC	Decréscimo DC da corrente de curto-circuito
Dc	Corrente continua
Cmáx	Fator de tensão máximo
Cmín	Fator de tensão mínimo
$I''_{ASSIM\ DE\ PICO\ 3P}$	Corrente de curto-circuito assimétrico de pico
$I_{CC}''_{3F}$	Corrente de curto-circuito assimétrica trifásica
$I_{CC}''_{FT}$	Corrente de curto-circuito assimétrica fase para a terra
$I_{CC}'_{3F}$	Corrente de curto-circuito simétrica trifásica de oito ciclos
$I_{CC}'_{FT}$	Corrente de curto-circuito transitório fase para a terra para oito ciclos
I_{CC3F}	Corrente de curto-circuito trifásico de regime
I_{CCFT}	Corrente de curto-circuito fase para terra de regime
RTC	Relação de transformação do transformador de corrente (TC)
RTP	Relação de transformação do transformador de potencial (TP)
PTW	Power Tools for Windows
X/R	Relação da impedância (parte indutiva pela parte resistiva) equivalente no ponto da falta.
Ic	Corrente de carga
In	Corrente nominal
VFD	Variable frequency drive – Módulo de Variação de Frequência
TCC	Time Corrent Coordenation
Corrente de Arco Elétrico	Unidade (KArms) – Corrente de Curto-circuito através do arco elétrico.
Distância de segurança	Unidade (mm) – Distancia limite dos pontos energizados onde uma pessoa poderia sofrer queimadura de 2° grau, quando utilizada roupa com classe de proteção Zero.
Energia Incidente	Unidade (cal/cm2) – Quantidade de energia por unidade de superfície que incidirá sobre o operador do painel.

4. METODOLOGIA DE CÁLCULO

4.1. Arc Flash

Os estudos de Energia Incidente foram realizados com o auxílio dos módulos DAPPER e ARC FLASH EVALUATION do software PTW (POWER*TOOLS for WINDOWS), desenvolvido pela empresa Norte-Americana SKM “Systems Analysis, Inc”.

O software PTW foi desenvolvido com base nas normas IEEE Std 1584 (Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations) e NFPA 70E (Standard for Electrical Safety in the Workplace).

4.1.1. Método de Cálculo

4.1.1.1. Método de Cálculo

Para o cálculo da energia incidente, a corrente de curto–circuito sólida (“bolted fault current”) é convertida na corrente de arco (“arc current”) equivalente conforme extrapolação pertinente.

O método de cálculo das correntes de curto-circuito proposto na Norma IEEE-1584 é o apresentado no Std-141-1993 da IEEE. O software PTW utiliza dos resultados apresentados pelo Método Comprehensive do Módulo Dapper deste mesmo software. Este método (Comprehensive) é plenamente aplicável para determinação da corrente de curto-circuito sólida.

Para a determinação da Corrente de Arco, dentro dos limites impostos pela normalização pertinente, utilizamos o procedimento descrito no item 5.2 da Norma IEEE-1584 e Anexo D.8.2 da NFPA-70E

$$I_a = 10^{[K+[0,662+0,5588*V+0,00304*G]*\log(I_{bf})+0,0966*V+0,000526*G]}$$

Onde:

I_a = *corrente de arco (kA)*

K = *-0,153 para configuração aberta*

K = *-0,097 para configuração "in box"*

I_{bf} = *corrente de falta trifásica simétrica RMS (kA)*

V = *tensão do sistema (kV)*

G = *"gap" entre condutores (mm)*

Por se tratar de um modelo matemático estatístico, uma energia normalizada é calculada baseada nas aproximações e normalização dos valores obtidos.

4.1.1.2. Cálculo da Energia Normalizada

A Energia Normalizada será calculada conforme formulação descrita no item 5.3 da Norma:

$$E_N = 10^{[K_1 + K_2 + 1{,}081 * \log(I_a) + 0{,}0011 * G]}$$

Onde:

E_N = *Energia Normalizada (J/cm²)*

K_1 = *-0,792 para configuração aberta*

K_1 = *-0,555 para configuração fechada*

K_2 = *0 para sistemas isolados ou aterrados por resistência*

K_2 = *-0,133 para sistemas sólidamente aterrados*

G = *"gap" entre condutores (mm)*

4.1.1.3. Cálculo da Energia Real

$$E = 4{,}184 * C_f * E_N * \left(\frac{t}{0{,}2}\right) * \left(\frac{610^x}{D^x}\right)$$

Onde:

E = *Energia Incidente (J/cm²)*

C_f = *1 para tensão < 1(kV)*

C_f = *1,5 para tensão ≥ 1 (kV)*

E_N = *Energia Normalizada (J/cm²)*

t = *tempo de atuação da proteção (s)*

D = *Distância de Trabalho (mm)*

x = *Expoente de distância (ver figura abaixo)*

Tabela 1 – Distâncias padronizadas de Gap segundo tensão e tipo de equipamento pela IEEE Std. 1584.

System voltage (kV)	Equipment type	Typical gap between conductors (mm)	Distance *x* factor
0.208–1	Open air	10–40	2.000
	Switchgear	32	1.473
	MCC and panels	25	1.641
	Cable	13	2.000
>1– 5	Open air	102	2.000
	Switchgear	13–102	0.973
	Cable	13	2.000
>5–15	Open air	13–153	2.000
	Switchgear	153	0.973
	Cable	13	2.000

4.1.1.4. Distâncias de trabalho utilizadas

A Tabela abaixo, apresenta as distancias de trabalho:

Tabela 2 – Distâncias típicas de trabalho em painel energizado segundo IEEE Std. 1584.

Distâncias de Trabalho	✓ Distancia de trabalho de 910 mm para os cubículos de 11.9 kV. ✓ Distância de 457 mm para os quadros de 380 V.

4.1.1.5. Modelo Matemático Baseado em Condições Adversas a IEEE 1584

a) Condução de Calor pela Lei de Fourier

Essencialmente a condução de calor em um arco–elétrico se dá principalmente pela irradiação proveniente do arco.

Tanto nos modelos IEEE, como nos modelos NFPA 70E, a metodologia não contempla a configuração de um equipamento totalmente fechado e a ocorrência de um arco interno.

Nestes casos, onde existe o ensaio do painel e o mesmo está disponível, pode-se utilizar a lei de Fourier para extrapolação do fluxo de calor gerado em torno do painel.

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\rho C}{k}\frac{\partial T}{\partial t} \Rightarrow \Delta t \approx \frac{\rho C}{k}(\Delta x)^2$$

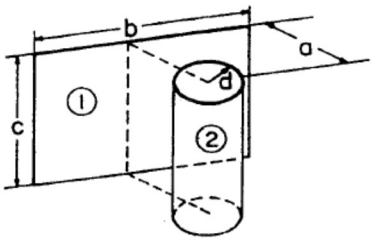


Fig. 3

$$X = a/d,\ Y = b/d,\ Z = c/d$$

$$A = Z^2 + X^2 + \xi^2 - 1, \quad B = Z^2 - X^2 - \xi^2 + 1$$

$$F_{A_1 - A_2} = \frac{2}{Y}\int_0^{Y/2} f(\xi)\, d\xi$$

$$f(\xi) = \frac{X}{X^2 + \xi^2} - \frac{X}{\pi(X^2 + \xi^2)} \times \left\{\cos^{-1}\frac{B}{A} - \frac{1}{2Z}\left[\sqrt{A^2 + 4Z^2}\cos^{-1}\left(\frac{B}{A\sqrt{X^2 + \xi^2}}\right) + B\sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{X^2 + \xi^2}}\right) - \frac{\pi A}{2}\right]\right\}$$

Por se tratar de uma equação diferencial de segunda ordem duas condições de contorno são necessárias:

- Fluxo de calor na posição do corpo de prova é igual à sensibilidade no mesmo;
- A variação de fluxo de calor quando a distância tende ao infinito é zero;

b) Teorema da Máxima Energia Incidente – Ralph Lee:

No caso de equipamentos elétricos que não atendem as condições de contorno do IEEE–1584 serão usadas as equações de Ralph Lee para Cálculo da Energia Incidente. Tipicamente os valores apresentados são bem mais elevados do que os calculados segundo os métodos apresentados na Norma.

Para este tipo de modelo considera a máxima energia produzida pela corrente de curto circuito e parte desta energia e convertida em energia para originar um arco elétrico.

O modelo de máxima energia incidente não leva em conta as configurações:

- O sistema de aterramento
- O nível de tensão com fator de correção
- As condições da tarefa
- A tecnologia usada nas instalações
- Corrente de arco é igual à corrente sólida (acima de 15 kV)

4.1.1.6. Tempo de Resposta dos Equipamentos de Proteção

Além do tempo obtido no coordenograma de cada equipamento, deverá ser somado a este um valor corresponde à atuação do dispositivo de proteção. Cada dispositivo de proteção possui um tempo inerente que pode variar de fabricante para fabricante.

A Tabela abaixo, extraída da norma IEEE-1584, apresenta os tempos típicos de atuação dos dispositivos de seccionamento:

Tabela 3 – Tempos típicos de atuação de dispositivos de seccionamento segundo IEEE Std. 1584.

Circuit breaker rating and type	Opening time at 60 Hz (cycles)	Opening time (seconds)
Low voltage (molded case) (< 1000 V) (integral trip)	1.5	0.025
Low voltage (insulated case) (< 1000 V) power circuit breaker (integral trip or relay operated)	3.0	0.050
Medium voltage (1–35 kV)	5.0	0.080
Some high voltage (> 35 kV)	8.0	0.130

No caso de chave seccionadora-fusível, como a interrupção de um elo não eliminará a circulação de corrente nas outras fases devendo um dispositivo mecânico abrir o equipamento ou ocasionar a queima de um segundo fusível, será utilizado o tempo de 30 ms.

4.1.1.7. Distâncias entre Fases (Gap)

Tabela 4 – Distâncias padronizadas de Gap IEEE Std. 1584 para aplicadas à planta.

Distâncias entre Fases	✓ Painéis de Média-tensão (CDC, PMT) – 152 mm ✓ Painéis de Baixa-tensão (QDF, QGBT, QGLT, CPSR) – 25 mm ✓ Painéis de Baixa-tensão (CCM, PGBT) – 32 mm

4.1.1.8. Classificação das Vestimentas

De acordo com a energia incidente calculada, determina-se a categoria de risco para a situação simulada e consequentemente o material de proteção humana a ser utilizado, conforme descrito na tabela abaixo:

Tabela 5 – Ranges de Energia Incidente segundo NFPA 70E e suas respectivas categorias de EPI.

Energia Incidente (cal/cm2)		Categoria do Risco	Descrição da Vestimenta	Camadas de Vestimentas	Proteção para Olhos e Cabeça	Proteção de Braços e Tronco	Proteção dos Pés
0.0	1.2	0	Vestimenta de algodão	1	Capacete + Proteção Facial de Policarbonato + Óculos de Segurança	Luva Isolante Elética	Bota de Couro com Solado de Borracha
1.2	4.0	1	Camisas & Calças resistentes à chama	1	Capacete + Proteção Facial de Policarbonato + Óculos de Segurança	Luva Isolante Elética	Bota de Couro com Solado de Borracha
4.0	8.0	2	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama	1 or 2	Capacete + Proteção Facial de Policarbonato + Óculos de Segurança	Luva Isolante Elética	Bota de Couro com Solado de Borracha
8.0	25.0	3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão	2 or 3	Capacete + Proteção Facial de Policarbonato + Óculos de Segurança	Luva Isolante Elética	Bota de Couro com Solado de Borracha
25.0	40.0	4	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Roupa de proteção Anti-Arco Multicamada	3 or more	Capacete + Proteção Facial de Policarbonato + Óculos de Segurança	Luva Isolante Elética	Bota de Couro com Solado de Borracha

Exemplo de vestimenta categoria de risco 0

Exemplo de vestimenta categoria de risco 1 a 4

5. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO

O sistema é alimentado pela CPFL conectado em dupla derivação no ramal Santander, que por sua vez, está conectado na LD 138 kV Tanquinho – Taquaral e chega na CNPEM/SIRIUS pelas linhas A e B em 138kV. Estas mesmas alimentam o sistema através dos transformadores TR1 e TR2 de 12.5/15 MVA abaixando o sistema para 11.4 kV alimentando as barras A e B.

Esta SE em 11.4 kV possui sete cubículos de saída que alimentam os transformadores abaixadores e subsequentemente os painéis em baixa tensão de 480 e 380V.

O transformador TR-1.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-1 e possui outro transformador redundante TR-1.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-2.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-2 e possui outro transformador redundante TR-2.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-3.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-3 e possui outro transformador redundante TR-3.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-4.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-4 e possui outro transformador redundante TR-4.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-5.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBN-N-GERAL e possui outro transformador redundante TR-5.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-6.1 abaixador 11.4/0.48 kV alimenta o painel PBT-N-PROCESSO-1 e possui outro transformador redundante TR-6.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-7.1 abaixador 11.4/0.48 kV alimenta o painel PBT-N-PROCESSO-2 e possui outro transformador redundante TR-7.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

Os cenários apresentados para este estudo estão descritos abaixo e os resultados simulados estão no item 7 e nos anexos.

- **Cenário 1**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado apenas pelo transformador TR1 ligação em L.

- **Cenário 2**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 em paralelo.

- **Cenário 3**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV aberto e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 isolados.

Os transformadores dos painéis PMT-GERAL e PMT-CAG não operam em paralelo e estarão a 100% da capacidade de ventilação forçada.

Com base na capacidade de 100% as cargas equivalentes foram representados como: 20% de cargas estáticas e 80% para motores equivalentes acionados por inversor de frequência.

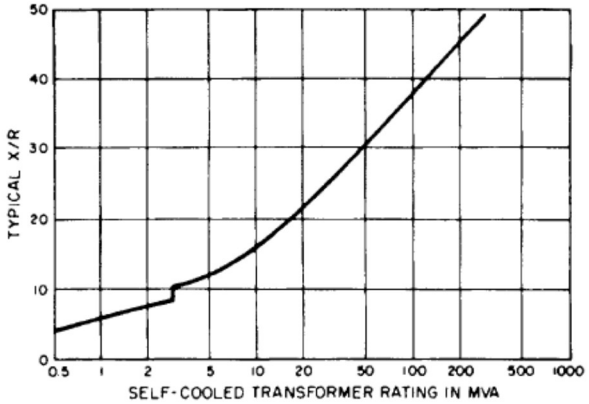
5.1. Características dos Transformadores

As impedâncias utilizadas no estudo vêm de referências apresentadas no item 2.1 (dados em diagrama unifilares e folhas de dados do fabricante). Na ausência destas informações, serão utilizados os valores típicos de impedância, assim como, para o valor de X/R dos transformadores (com base na Figura 1 da norma ANSI/IEEE std 141-1993).

Tabela 1 – Parâmetros elétricos dos transformadores de potência.

TAG	Tensão Pri/Sec (kV)	Potência Nom/Forc (kVA)	Impedância (%)	X/R	Inrush
TR1	138 / 11.4	12500 / 15000	9.6	13.4	8
TR2	138 / 11.4	12500 / 15000	9.6	13.4	8
TR-1.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-2.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-3.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14

TR-4.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-5.1	11.4 / 0.380	2000 / 2500	6	7.29	14
TR-6.1	11.4 / 0.480	3000 / 4200	6	10.79	14
TR-6.1	11.4 / 0.480	3000 / 4200	6	10.79	14



Source: Based on IEEE Std C37.010-1979.

Figura 5 – Relação entre X/R e potência de transformadores segundo IEEE Std. C37.010-1979.

5.2. Cabos Elétricos

Os dados dos cabos foram obtidos a partir dos documentos de referência citados no item 2.1 e suas impedâncias de sequência zero, quando não apresentadas pelo fabricante, foram retiradas a partir de dados da biblioteca do PTW.

Nos casos que não forem apresentadas as informações do condutor nos documentos de referência, serão adotados dados típicos com características mínimas tais que gerem menor influência possível no estudo de curto circuito.

Exemplo: impedância (R=0 e X=0,001) e comprimento (L=1,00 m)

CIRCUITO		PARA		CARACTERISTICAS CONSTRUTIVAS DO CONDUTOR	
TAG	LOCAL	TAG	LOCAL	FORMAÇÃO	CORRENTE (A)
CPFL LA_CB	CPFL LA	CPFL BARRA 1	CPFL BARRA 1	1x(3/C+T) #240	510
CPFL LB_CB	CPFL LB	CPFL BARRA 2	CPFL BARRA 2	1x(3/C+T) #240	510
**TR1_CB	TR1	SE-AT_BARRA A	SE-AT_BARRA A	2x(3/C) #300	1034
**TR2_CB	TR2	SE-AT_BARRA B	SE-AT_BARRA B	2x(3/C) #300	1034
*PMT CAG_CB1	SE-AT_BARRA B	CUB. ENTRADA_PMT GAG	PMT GAG	3x(3/C+T) #300	2061.0
*PMT GERAL_CB1	SE-AT_BARRA A	CUB. ENTRADA_PMT GERAL	PMT GERAL	2x(3/C+T) #240	1204.0
**TR-1.1_CB	PMT CAG	TR-1.1	PMT CAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-2.1_CB	PMT CAG	TR-2.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-3.1_CB	PMT CAG	TR-3.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-4.1_CB	PMT CAG	TR-4.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-5.1_CB	PMT GERAL	TR-5.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #70	275.0
**TR-6.1_CB	PMT GERAL	TR-6.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #150	445.0
**TR-7.1_CB	PMT GERAL	TR-7.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #95	337.0
BW-TR-1.1	TR-1.1	PBT-CAG-1.1	PBT-CAG-1.1	Barramento	6300.0
BW-TR-2.1	TR-2.1	PBT-CAG-2.1	PBT-CAG-2.1	Barramento	6300.0
BW-TR-3.1	TR-3.1	PBT-CAG-3.1	PBT-CAG-3.1	Barramento	6300.0
BW-TR-4.1	TR-4.1	PBT-CAG-4.1	PBT-CAG-4.1	Barramento	6300.0
BW-TR-5.1	B_SEC_TR-5.1	PBT-N-GERAL-1	PBT-N-GERAL-1	Barramento	4000.0
BW-TR-6.1	B_SEC_TR-6.1	PBT-N-PROCESSO-1.1	PBT-N-PROCESSO-1.1	Barramento	6300.0
BW-TR-7.1	B_SEC_TR-7.1	PBT-N-PROCESSO-2.1	PBT-N-PROCESSO-2.1	Barramento	6300.0

Nota: * Foi adotado para estes cabos a distância de 500 metros.

** Foi adotado para estes cabos a distância de 50 metros.

6. PREMISSAS

6.1. Nível de Curto-Circuito

A contribuição de curto-circuito em CA na entrada do sistema elétrico da CNPEM/SIRIUS, provem da CPFL, segundo documentação de referência do item 2.1, são apresentados abaixo os dados da fonte de alimentação utilizados:

Valores de curto-circuito no ponto de entrega

- Parâmetros:
  Tensão nominal: 138 kV

- Correntes de curto-circuito:
  Trifásica simétrica / assimétrica: 14.9 kA, X/R 3.95
  Fase-terra simétricas / assimétrica: 8.94 kA, X/R 3.73

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS DE ARCO ELÉTRICO

7.1. Tabela de Energia Incidente

	Bus Name	Protective Device Name	Bus kV	Bus Bolted Fault (kA)	Prot Dev Arcing Fault (kA)	Trip/ Delay Time (sec.)	Breaker Opening Time/Tol (sec.)	Equip Type	Gap (mm)	Arc Flash Boundary (mm)	Working Distance (mm)	Incident Energy (cal/cm2)	PPE Level / Notes (*N)
1	PMT CAG	PMT CAG_RL.C1.3	11.40	13.88	13.40	0.35	0.0833	SWG	152	6143	910	7.7	Categoria 2
2	PMT GERAL	PMT GERAL_RL.C2.3	11.40	13.55	13.08	0.35	0.0833	SWG	152	5980	910	7.5	Categoria 2
3	PSA	SE-AT_FU.C2	0.22	2.35	1.59	0.8917	0.0000	PNL	25	962	455	4.1	Categoria 2
4	SE-AT_BARRA A	TR1_RL2	11.40	14.52	7.00	0.75	0.0833	SWG	152	11014	910	14	Categoria 3
5	SE-AT_BARRA B	TR2_RL2	11.40	14.52	7.00	0.75	0.0833	SWG	152	11014	910	14	Categoria 3

7.2. Etiqueta de Energia Incidente

Os resultados do estudo de Arco-Elétrico incidente em painéis (ArcFlash) para o trecho proposto do sistema elétrico CNPEM são apresentados pelas etiquetas em arquivo anexo (Arc Flash Label – CNPEM – Rev0) no item 9.1 e no item 7.1, é apresentada a tabela com os resultados completos do estudo de Arco-Elétrico.

Obs. A figura a seguir apresenta o exemplo padrão de etiqueta elaborado para CNPEM/SIRIUS Campinas-SP.

7.3. CNPEM/SIRIUS (Etiquetas)

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local:	**CUBICULO.01**
CNPEM	RAMAL DE EMERGÊNCIA 193
CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local:	**CUBICULO.02**
CNPEM	RAMAL DE EMERGÊNCIA 193
CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local:	**CUBICULO.03**
CNPEM	RAMAL DE EMERGÊNCIA 193
CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local:	**CUBICULO.04**
CNPEM	RAMAL DE EMERGÊNCIA 193
CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local: CUBICULO.05

CNPEM — RAMAL DE EMERGÊNCIA 193

CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local: CUBICULO.06

CNPEM — RAMAL DE EMERGÊNCIA 193

CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local: CUBICULO.07

CNPEM — RAMAL DE EMERGÊNCIA 193

CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local: CUBICULO.08

CNPEM — RAMAL DE EMERGÊNCIA 193

CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local: CUBICULO.09

CNPEM

RAMAL DE EMERGÊNCIA 193

CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local: CUBICULO.10

CNPEM

RAMAL DE EMERGÊNCIA 193

CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

11014 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
14 cal/cm^2	Risco de Arco à 910 mm
Calculado: Categoria 3	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama + Macacão

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

11400 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
2	Categoria da Luva
400 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
1400 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local: CUBICULO.11

CNPEM

RAMAL DE EMERGÊNCIA 193

CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

ATENÇÃO

Risco de Arco e Choque Elétrico

Requerido EPI Apropriado

962 mm	Limite Zona Livre (menor que 1.2 cal/cm²)
4.1 cal/cm^2	Risco de Arco à 455 mm
Calculado: Categoria 2	Vestimenta Interna de Algodão + Camisas & Calças resistentes à chama

USAR CATEGORIA 2 SE CATEGORIA CALCULADA FOR MENOR QUE 2

220 VAC	Perigo de Choque se o Isolamento for Removido
00	Categoria da Luva
200 mm	Raio da Zona de Risco (Rr)
700 mm	Raio da Zona Controlada (Rc)

Local: PSA

CNPEM

RAMAL DE EMERGÊNCIA 193

CONFIG.:	SE opera radial, onde a carga alimentada vem de uma única fonte
NOTA:	Não manusear este painel sem permissão

OP:	170138	Executado:	10/07/17	Por:	SMT

Atenção: Mudanças em ajustes de proteções, ou alteração do sistema elétrico, poderão invalidar os cálculos bem como os EPI's requeridos.

8. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES

Em situações de intervenção com painel energizado em 11.4 kV, este deverá ser efetuado com vestimenta mínima de Classe 3 composta Camisa manga longa, Calça, Balaclava, Macacão, Protetor Facial Anti-Arco acoplado a Capacete Classe B - Tipo III, ATPV MÍNIMO: 25 cal/cm², e a distância mínima de trabalho de 0,91 metros do ponto onde se inicia a propagação do arco. Sendo este o pior valo simulado entre os 3 casos estudados.

Também deverão ser utilizadas luvas isolantes que atendam a tensão de serviço de 11.4 kV. Entretanto, sempre deverá ser verificada a roupa calculada adequada.

O relatório atende a NR-10 (Item 10.2.9 – Medidas de Proteção Individual – contemplando especificações de EPI's, adequados a cada atividade como determina a NR-6) para o nível de tensão de 11.4kV nos cubículos dentro da casa de comando da SE.

Foi analizado o quadro de serviço auxiliar (PSA) presente na casa de conando da SE, sendo que a proteção para este painel foi o fusível do primário do transformador TRSA, e o mesmo não passou de vestimenta categoria 2 para o pior dos 3 cenários analizados.

Os EPIs devem possuir Certificado de aprovação (C.A.) expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego e serem ensaiados periodicamente, de acordo com as recomendações das normas específicas da ABNT e na falta das mesmas seguir respectivamente, as normas Internacionais e as orientações do fabricante

Para a diminuição dos valores de energia incidente no barramento da SE-AT (Barra A e Barra B) recomendamos se possível a utilização de grupos de ajustes nos relés quando os painéis estiverem em manutenção e energizados.

9. ANEXOS

9.1. Etiquetas

As etiquetas foram geradas em arquivo separado no formato PDF com nome “Arc Flash _ CNPEM/SIRIUS _REV0.pdf”, no objeto abaixo.

Arc Flash Label - CNPEM - rev0.pdf

SUBESTAÇÃO 138/11.4kV

CNPEM/SÍRIUS

RELATÓRIO DO IMPACTO DE HARMÔNICOS NO SISTEMA ELÉTRICO

00	31/05/2017	EMISSÃO INICIAL - PARA INFORMAÇÃO	TF/GA	GA/VN
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	EXECUTADO	LIBERADO

COD.	CONTROLE DE REVISÃO											
FOLHA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
001	X											
002	X											
003	X											
004	X											
005	X											
006	X											
007	X											
008	X											
009	X											
010	X											
011	X											
012	X											
013	X											
014	X											
015	X											
016	X											
017	X											
018	X											
019	X											
020	X											
021	X											
022	X											
023	X											
024	X											
025	X											
026	X											
027	X											
028	X											
029	X											
030	X											
031	X											
032	X											
033	X											
034	X											
035	X											
036	X											
037												
038												
039												
040												
041												
042												
043												
044												
045												
046												
047												
048												
049												
050												

COD.	CONTROLE DE REVISÃO											
FOLHA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
051												
052												
053												
054												
055												
056												
057												
058												
059												
060												
061												
062												
063												
064												
065												
066												
067												
068												
069												
070												
071												
072												
073												
074												
075												
076												
077												
078												
079												
080												
081												
082												
083												
084												
085												
086												
087												
088												
089												
090												
091												
092												
093												
094												
095												
096												
097												
098												
099												
100												

NOTA:

1) Este controle indica a revisão que está sendo emitida. Manter as folhas não afetadas e substituir as alteradas pela última revisão.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 4
2. REFERÊNCIAS 5
2.1. DOCUMENTOS 5
2.2. NORMAS 6
3. TERMINOLOGIA E NOMENCLATURA 7
4. CARACTERISTICAS DO CONSUMIDOR 8
4.1. TIPO DE ACESSO 8
4.2. DADOS E LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 8
4.3. .CÓDIGO DE ATIVIDADE (CONFORME RECEITA FEDERAL): 72.10-0-00. 8
4.4. DADOS DO REPRESENTANTE (CONTATO) 9
4.5. REGIME DE TRABALHO 9
4.6. DATA PREVISTA PARA INÍCIO DE OPERAÇÃO: DEZEMBRO DE 2017. 9
4.7. GERAÇÃO PRÓPRIA 9
4.8. DEMANDA CONTRATADA ATUAL 9
4.9. PREVISÃO DE DEMANDA PARA OS 5 ANOS SEGUINTES AO INÍCIO DA OPERAÇÃO 10
5. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO 11
5.1. CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES 12
6. PREMISSAS 13
6.1. NÍVEL DE CURTO-CIRCUITO 13
6.2. TIPO DE MEDIÇÃO E SISTEMA DE MEDIÇÃO 14
6.3. TIPO DE CARGA NÃO-LINEAR 14
7. METODOLOGIA PARA AS MEDIÇÕES E EMISSÃO DO RISE 15
7.1. REFERÊNCIAS NORMATIVAS 15
8. SIMULAÇÃO DA PLANTA ELETRICA COM PREVISAO PARA 5 ANOS 18
8.1. SIMULAÇÃO DO FLUXO DE CARGA A 100% DE DEMANDA. 18
8.2. VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA E LONGA DURAÇÃO. 19
8.3. QUALIDADE DA ENERGIA DO ALIMENTADOR 19
8.3.1. NÍVEIS DE TENSÃO EM REGIME PERMANENTE. 19
8.3.2. VARIAÇÃO DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO. 19
8.3.3. CINTILAÇÃO(FLIKER) 19
8.4. VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA E LONGA DURAÇÃO. 19
8.5. ANÁLISE DE AFUNDAMENTO DE TENSÃO. 19
8.6. ANÁLISE DE SOBRETENSÃO. 19
8.7. SIMULAÇÃO DA DISTORÇÃO HARMÔNICA. 20
8.7.1. CENÁRIO 1. 20
8.7.2. CENÁRIO 2. 24
8.7.3. CENÁRIO 3. 28
9. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES 32
10. TERMO DE RESPONSABILIDADE 35

1. INTRODUÇÃO

Este Relatório Técnico tem como objetivo apresentar os resultados das distorções harmônicas no Centro nacional de Pesquisa em Energia e Materiais, localizada à Rua Guiseppe Máximo Scolfaro, 1000 – bairo Guará Barão Geraldo – Campinas/SP, a fim de obter a licença de Instalação junto a Concessionária CPFL, para as cargas da Linha de Transmissão do alimentador UC (atual): 10652140.

2. REFERÊNCIAS

2.1. Documentos

Foram utilizados os seguintes documentos para o desenvolvimento do projeto:

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO
R562-SUB-PE-DES-0403-R01.pdf	Diagrama unifilar AT
R562-SUB-PE-DES-0404-R01	Diagrama unifilar MT
REPP2017-4929-CNPEM-SIRIUS-Parecer de Acesso.pdf	Parecer de acesso com valores estimados de CC
R562-SUB-PE-DES-0615-R00.pdf	Placas dos transformadores
R562-SUB-PE-FD-0633-R00.pdf	Folha de dados dos transformadores
R562-SUB-PE-DES-0674_00.pdf	Dados dos disjuntores
R562-SUB-PE-DES-0685-R00.pdf	Dados dos resistores de aterramento
Anexo H - CNPEM + Sírius Rev. 2.docx	Informações detalhadas da Unidade Consumidora
CNP001-ELE-PE-DET-0055-R04.pdf	Diagrama unifilar MT
CNP001-ELE-PE-DET-0057-R03.pdf	Diagrama unifilar BT
CNP001-ELE-PE-DET-0059-R05.pdf	Diagrama unifilar BT
R562-SUB-PE-DES-0201-R00.dwg R562-SUB-PE-DES-0202-R00.dwg	Arranjo Geral - Planta Arranjo Geral - Cortes
E-1652111.001-AG1.pdf	Arranjo geral – PMT-CAG
E-1652111.002-AG1.pdf	Arranjo geral – PMT GERAL

2.2. Normas

Foram utilizadas as seguintes normas para o desenvolvimento do projeto:

NORMA	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 14039-2004	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO; REVISÃO 2005
ABNT NBR 5410-2004	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO; REVISÃO 2005
IEEE Std. 315-1975	GRAPHIC SYMBOLS FOR ELECTRICAL AND ELECTRONICS DIAGRAMS
IEEE Std. 141-1993	RECOMMENDED PRACTICE FOR ELECTRIC POWER DISTRIBUTION FOR INDUSTRIAL PLANTS
IEEE Std. C37.010-1999	APPLICATION GUIDE FOR AC HIGH-VOLTAGE CIRCUIT BREAKERS RATED ON A SYMMETRICAL CURRENT BASIS
ABNT NBR 7094-2003	MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES – MOTORES DE INDUÇÃO
ABNT NBR 5356-2003	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
IEEE std 399-1997	RECOMMENDED PRACTICE FOR INDUSTRIAL AND COMMERCIAL POWER SYSTEMS ANALYSIS
ANEEL Nº 505 - 26/11/2001	RESOLUÇÃO - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA
IEEE Std. 519-1992	Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems
Reference DAPPER	MANUAL DE UTILIZAÇÃO – MÓDULO DAPPER – PTW
Reference H_WAVE	MANUAL DE UTILIZAÇÃO – MÓDULO ANALISE HARMÔNICA – PTW
PRODIST	MODULO 3 – ACESSO AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO – REV6
PRODIST	MODULO 8 – QUALIDADE DE ENERGIA – REV8
GED-10099	REQUISITOS PARA CONEXÃO DE CARGAS POTENCIALMENTE PERTURBADORAS AO SISTEMA ELÉTRICO DA CPFL

3. TERMINOLOGIA E NOMENCLATURA

Foram utilizadas as seguintes simbologias durante o desenvolvimento do projeto e relatório:

TERMINOLOGIA / NOMENCLATURA	DESCRIÇÃO
AT	Alta tensão (>1000 V)
BT	Baixa tensão (<= 1000 V)
CA	Corrente Alternada
RTC	Relação de transformação do transformador de corrente (TC)
RTP	Relação de transformação do transformador de potencial (TP)
PTW	Power Tools for Windows
X/R	Relação da impedância (parte indutiva pela parte resistiva) equivalente no ponto da falta.
Ic	Corrente de carga
In	Corrente nominal
VFD	Variable frequency drive – Módulo de Variação de Frequência
Vtdh	Distorção Harmônica de Tensao
Itdh	Distorção Harmônica de Corrente
Pst	probabilidade no curto período
Plt	probabilidade no longo período

4. CARACTERISTICAS DO CONSUMIDOR

4.1. Tipo de acesso

(x) Ligação nova – carga.

( ) Ligação nova – geração.

( ) Aumento de carga.

( ) Aumento de geração.

(x) Outros: Com posterior substituição de ligação existente em MT.

4.2. Dados e localização do empreendimento

Nome do empreendimento: Subestação particular CNPEM 138 kV.

Razão Social: Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais.

UC (atual): 10652140.

4.3. .Código de atividade (conforme Receita Federal): 72.10-0-00.

Ramo de atividade: Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais.

CNPJ: 01.576.817/0002-56.

Endereço da Sede: Rua Giuseppina Vianelli Di Napoli, s/n.

Município e Unidade da Federação: Campinas – SP.

Bairro: Polo de Alta Tecnologia II.

CEP: 13086-530.

Telefone: 19 3512 1000.

E-mail: oliveira@cnpem.br

Coordenadas: N 7476284. E 289328.

4.4. Dados do representante (contato)

Empresa: CNPEM – SIRIUS.

Nome: Luis Henrique de Oliveira.

E-mail: oliveira@cnpem.br

Telefone: 19 99740 – 5510.

4.5. Regime de trabalho

Horas por dia: 24.

Dias por semana: 07.

4.6. Data prevista para início de operação: Dezembro de 2017.

4.7. Geração própria

(X) Sim.

Emergencial: □Potência nominal (kVA): 9.000; □Potência nominal (kW): 7.680;

Paralelismo temporário para as unidades do CNPEM

CNPEM: 5.000 (kVA); 4.000 (kW);

Sirius: 4.000 (kVA); 3.680 (kW).

Fonte: Óleo diesel.

4.8. Demanda contratada atual

2.800 kW (THS – Verde, A4, para atender CNPEM).

4.9. Previsão de demanda para os 5 anos seguintes ao início da operação

Tabela 1 – Previsão de demanda [kW].

Período	Ponta	Fora Ponta
Atual	2.800	(*)
De 12/17 a 06/18	9.100	3.700
De 07/18 a 06/19	10.400	4.100
De 07/19 a 06/20	10.900	4.400
De 07/20 a 06/21	11.300	4.600
De 07/21 a 06/22	11.450	4.700

(*) Atual – 2.800 kW – THS – Verde, A4.

5. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO

O sistema é alimentado pela CPFL conectado em dupla derivação no ramal Santander, que por sua vez, está conectado na LD 138 kV Tanquinho – Taquaral e chega na CNPEM/SIRIUS pelas linhas A e B em 138kV. Estas mesmas alimentam o sistema através dos transformadores TR1 e TR2 de 12.5/15 MVA abaixando o sistema para 11.4 kV alimentando as barras A e B.

Esta SE em 11.4 kV possui sete cubículos de saída que alimentam os transformadores abaixadores e subsequentemente os painéis em baixa tensão de 480 e 380V.

Os cenários apresentados para este estudo estão descritos abaixo.

- **Cenário 1**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado apenas pelo transformador TR1 ligação em L.

- **Cenário 2**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 em paralelo.

- **Cenário 3**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV aberto e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 isolados.

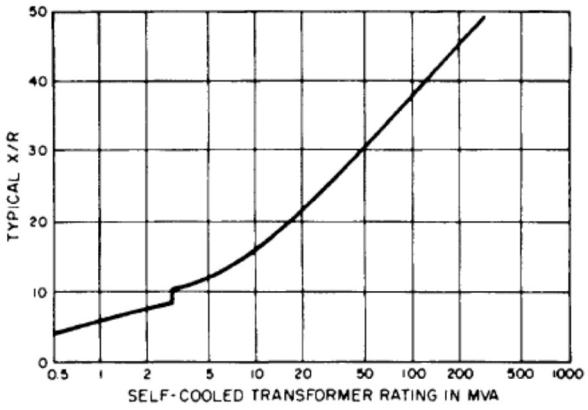
Os transformadores dos painéis PMT-GERAL e PMT-CAG não operam em paralelo e para os estudos foram considerados previsão de demanda para o final de 5 anos.

5.1. Características dos Transformadores

As impedâncias utilizadas no estudo vêm de referências apresentadas no item 2.1 (dados em diagrama unifilares e folhas de dados do fabricante). Na ausência destas informações, serão utilizados os valores típicos de impedância, assim como, para o valor de X/R dos transformadores (com base na Figura 1 da norma ANSI/IEEE std 141-1993).

Tabela 1 – Parâmetros elétricos dos transformadores de potência.

TAG	Tensão Pri/Sec (kV)	Potência Nom/Forc (kVA)	Impedância (%) Base: 12,5MVA	X/R	Inrush
TR1	138 / 11.4	12500 / 15000	9.6	13.4	8
TR2	138 / 11.4	12500 / 15000	9.6	13.4	8



Source: Based on IEEE Std C37.010-1979.

Figura 1 – Relação entre X/R e potência de transformadores segundo IEEE Std. C37.010-1979.

6. PREMISSAS

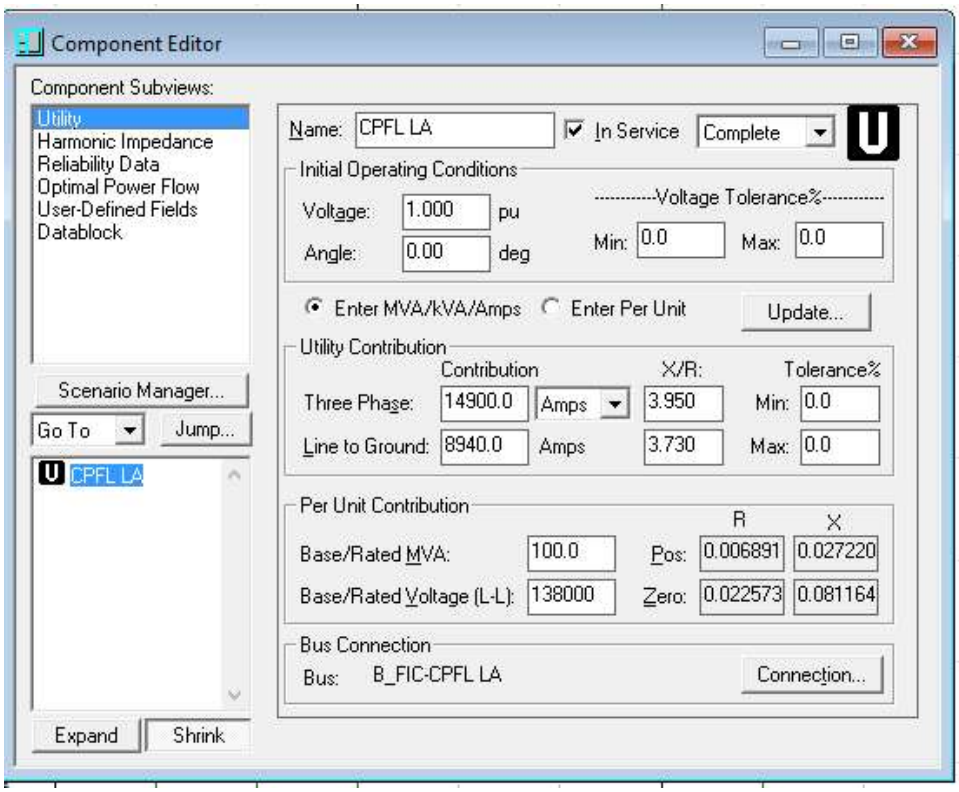
6.1. Nível de Curto-Circuito

A contribuição de curto-circuito em CA na entrada do sistema elétrico da CNPEM/SIRIUS, provem da CPFL, segundo documentação de referência do item 2.1, são apresentados abaixo os dados da fonte de alimentação utilizados:

Valores de curto-circuito no ponto de entrega

- Parâmetros:
  Tensão nominal: 138 kV

- Correntes de curto-circuito:
  Trifásica simétrica / assimétrica: 14.9 kA, X/R 3.95
  Fase-terra simétricas / assimétrica: 8.94 kA, X/R 3.73

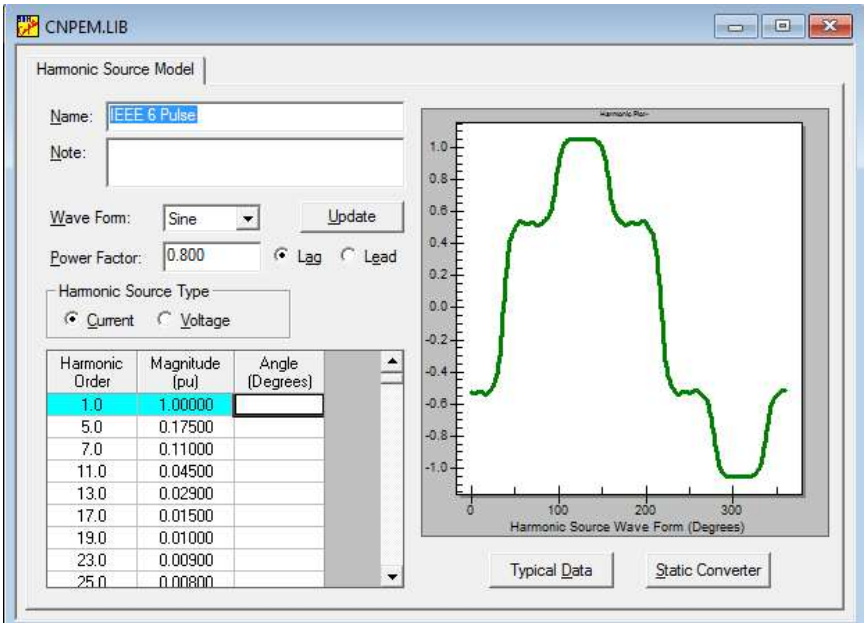


6.2. Tipo de Medição e Sistema de Medição

Tipo de ligação: (x) Ligação Nova ( ) Aumento de carga
Sistems de Medição: Relação TP (138kV / √3 :115V / √3)
Relação TC (300-150 :1-1-1)

6.3. Tipo de carga Não-Linear

O tipo de carga utilizado foi baseado na IEEE



7. METODOLOGIA PARA AS MEDIÇÕES E EMISSÃO DO RISE

As harmônicas do sistema foram inseridas através de valores típicos dos equipamentos instalados em 380V e o objetivo é verificar a qualidade de energia da empresa, através dos níveis de distorções harmônicas comparados pelos valores prescritos por norma solicitada (IEEE Std. 519) a fim de avaliar a normalidade das instalações quando estiver com o máximo de demanda com previsão em 5 anos.

7.1. Referências Normativas.

Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional-PRODIST Módulo 8: Qualidade de Energia Elétrica.

IEEE Standard 1159 1159-1995: Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality.

Tabela 3-Classificação dos eventos de afundamentos de tensão.

Categoria	Duração	Intensidade (pu)
Instantâneo		
Afundamento	0,5 até 30 ciclos	0,1 até 0,9
Elevação	0,5 até 30 ciclos	1,1 até 1,8
Momentâneo		
Interrupção	0,5 ciclos até 3s	<0,1
Afundamento	30 ciclos até 3s	0,1 até 0,9
Elevação	30 ciclos até 3s	1,1 até 1,8
Temporário		
Interrupção		<0,1
Afundamento		0,1 até 0,9
Elevação		1,1 até 1,8

IEEE Std. 519-1992: Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems.

Tabela 4-Máxima Distorção Harmônica de Corrente em % da Carga Io para 69001V até 161000V.

Harmônicas Impares (Odd Harmonics)						
I_{cc}/I_L	**<11**	**11≤n≤15**	**17≤n≤21**	**23≤n≤33**	**35≤n**	**TDD**
<20	2	1	0,75	0,3	0,15	2,5
20<50	3,5	1,75	1,25	0,5	0,25	4
50<100	5	2,25	2	0,75	0,35	6
100<1000	6	2,75	2,5	1	0,5	7,5
>1000	7,5	3,5	3	1,25	0,7	10
Harmônicas pares são limitadas a 25% dos valores acima.						

* IL = máxima corrente de carga no PAC

* Icc = máxima corrente de curto-circuito no PAC

Para o estudo em questão, levou-se em consideração para o PAC um curto-circuito máximo de 14892A e carga máxima no PAC de 63A. Isso dá uma relação menor que 236, ou seja, uso da quarta linha da **Tabela 4**.

Tabela 5 - Máxima Distorção Harmônica de Tensão.

Tensão no PAC	**Distorção de Tensão Individual (%)**	**Distorção de Tensão Total - THD (%)**
69KV e abaixo	*3,0*	*5,0*
69,01kV até 161KV	*1,5*	*2,5*
Acima de 1	*1,0*	*1,5*

Tabela 6 - Valor Global Distorção Harmônica Total de Tensão (%).

Tensão de Barramento	**Distorção Harmônica Total de Tensão**
Vn≤1kv	10
1kv<Vn≤13,8kV	8
13,8kV<Vn≤69kv	6
69kv<Vn≤230kv	3

Tabela 7 - Classificação das Variações de Tensão de Curta Duração.

Classificação	Denominação	Duração da Variação	Amplitude da Tensão (Valor Eficaz) em relação á Tensão de Referencia
Variação Momentânea de Tensão	Interrupção Momentânea de Tensão	Inferior ou igual a três segundos	Inferior a 0,1pu
	Afundamento Momentânea de Tensão	Superior ou igual a um ciclo e inferior ou igual a três segundos	Superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 p.u
	Elevação Momentânea de Tensão	Superior ou igual a um ciclo e inferior ou igual a três segundos	Superior a 0,1pu
Variação Momentânea de Tensão	Interrupção Temporária de Tensão	Superior ou três segundos e inferior a três minutos	Inferior a 0,1pu
	Afundamento Momentânea de Tensão	Superior ou três segundos e inferior a três minutos	Superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 p.u
	Elevação Temporária de Tensão	Superior ou três segundos e inferior a três minutos	Superior a 0,1pu

Tabela 8 - Níveis de Tensão em pontos de conexão em Tensão Nominal superior a 69KV e inferior a 230KV.

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura(TL) em relação à Tensão Contratada(TC)
Adequado	0,95TC≤TL≤1,05 TC
Precário	0,90TC≤TL<0,95 TC ou 1,05TC<TL≤1,07 TC
Critico	TL<0,90 TC ou TL>1,07 TC

8. SIMULAÇÃO DA PLANTA ELETRICA COM PREVISAO PARA 5 ANOS

Para esta simulação foi usado o programa PTW da SKM Systems Analysis Inc. no módulo HiWave (Harmônic Analysis). Este software segue as recomendações da IEEE Std. 519.

8.1. Simulação do Fluxo de Carga a 100% de demanda.

Segue abaixo na Figura 2 o Fluxo de carga da planta a 100% de demanda simulado no PTW. O ponto de medição está representado pela barra “CPFL BARRA 1” (Nosso PAC – Ponto de Acoplamento Comum).

Será considerado uma interferência proporcional um inversor de freqüência de características de 6 pulsos conforme recomendações da IEEE.

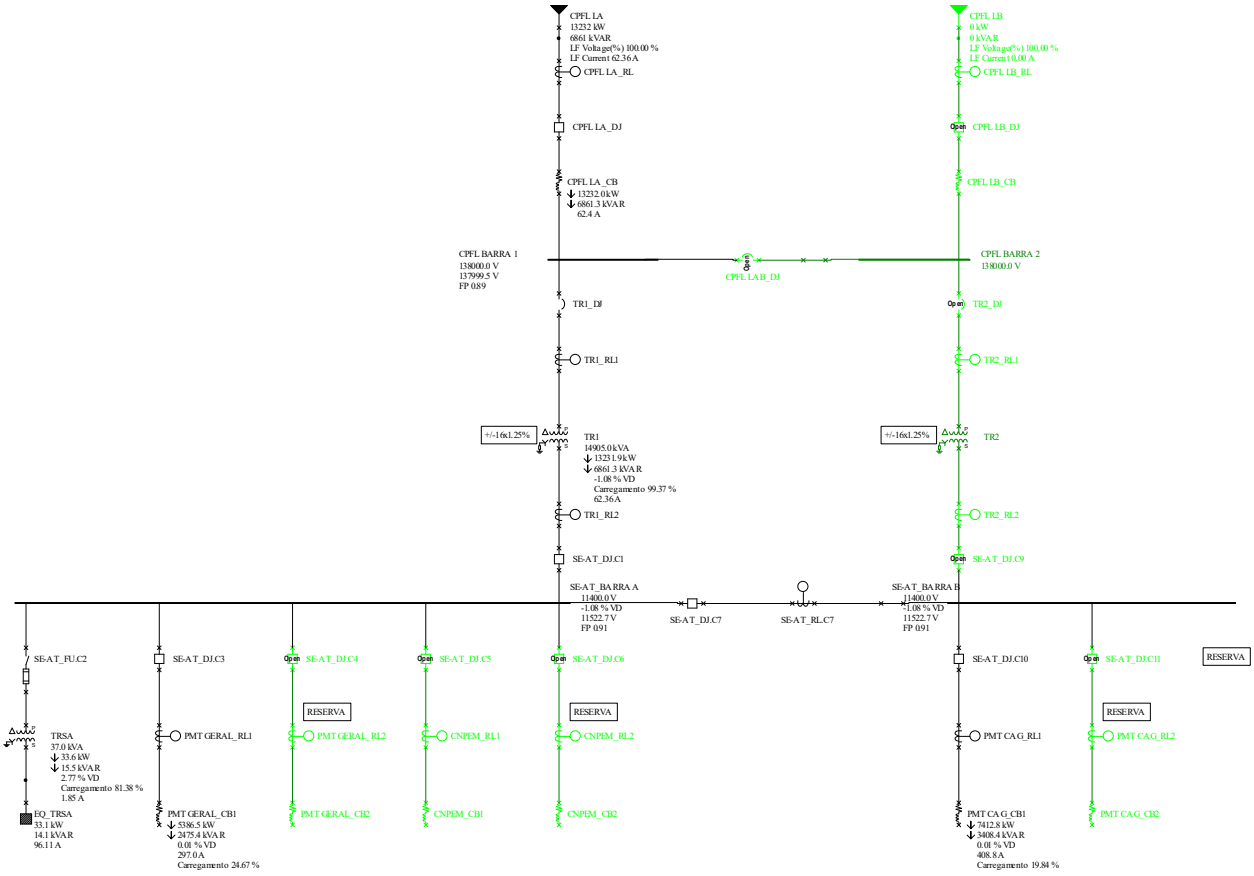


Figura 2 – Fluxo de Carga na entrada da planta

8.2. Variações de Tensão de Curta e Longa Duração.

A partir da simulação da inclusão das novas cargas no sistema elétrico estas, não irão ocasionar nenhum tipo de distúrbio classificado como variação de tensão de curta ou longa duração.

8.3. Qualidade da Energia do Alimentador

Análise da qualidade de energia no ponto de consumo.

8.3.1. Níveis de Tensão em Regime Permanente.

Classificação adequada.

8.3.2. Variação de Tensão de Curta Duração.

Não Constatado.

8.3.3. Cintilação(Fliker).

Não Constatado.

8.4. Variações de tensão de curta e longa duração.

Não houve variação significativa de tensão (0,95Vn<V<1,05Vn), conforme item 6.2.7 da NBR 14039.

8.5. Análise de Afundamento de tensão.

Não houve afundamento de tensão na ordem de 10% para o intervalo de tempo inferior a 3 segundos (ANEEL resolução n°505).

8.6. Análise de Sobretensão.

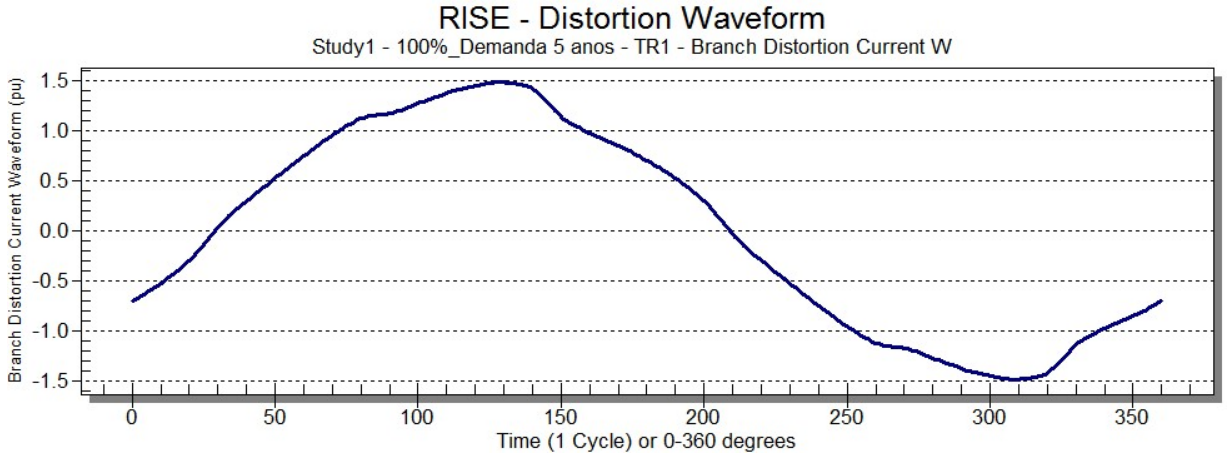
Durante o período de medição não houve sobre tensão no sistema elétrico (0,95Vn<V<1,05Vn), conforme item 6.2.7 da NBR 14039.

8.7. Simulação da Distorção Harmônica.

Abaixo estão representados os gráficos de distorção de corrente e tensão, respectivamente nas Figuras 3 a 14. Conforme cenários apresentados no item 5.

8.7.1. Cenário 1.

Figura 3 – Distorção Harmônica de corrente (Ithd)- gráfico



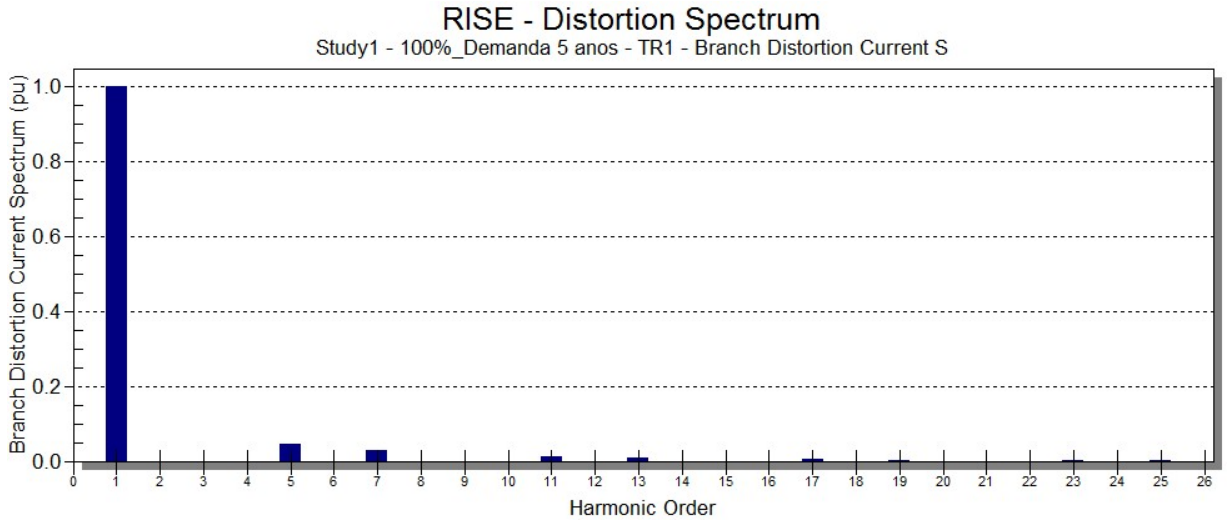


Figura 4 – Distorção Harmônica de corrente (Ithd)- tabela

HARMONIC CURRENT SPECTRUM REPORT

Device Name: TR1
From: CPFL BARRA 1 (138000V)
To: B_SEC_TR1 (11400V)
Point of Common Coupling (PCC): (Isc/Ilf = 239.590)

Harmonic Order	Harmonic Amperes	Phase Angle	Distortion Percent	IEEE-519 Limit
1	62.155	-29.26		
5	2.786	169.62	4.483	6.000
7	1.744	-121.78	2.806	6.000
11	0.711	15.19	1.144	2.750
13	0.458	83.60	0.737	2.750
17	0.237	-139.63	0.381	2.500
19	0.158	-71.27	0.254	2.500
23	0.142	65.45	0.228	1.000
25	0.126	133.79	0.203	1.000

Voltage: 138000.0 I_RMS: 62.25 I_THD(%): 5.49
kWLoss: 95.608 kVARLoss: 1297.10
I_K: 1.12 IEEE-519 LIMIT (THD%): 7.5

Figura 5 – Distorção Harmônica de tensão (Vthd)- gráfico

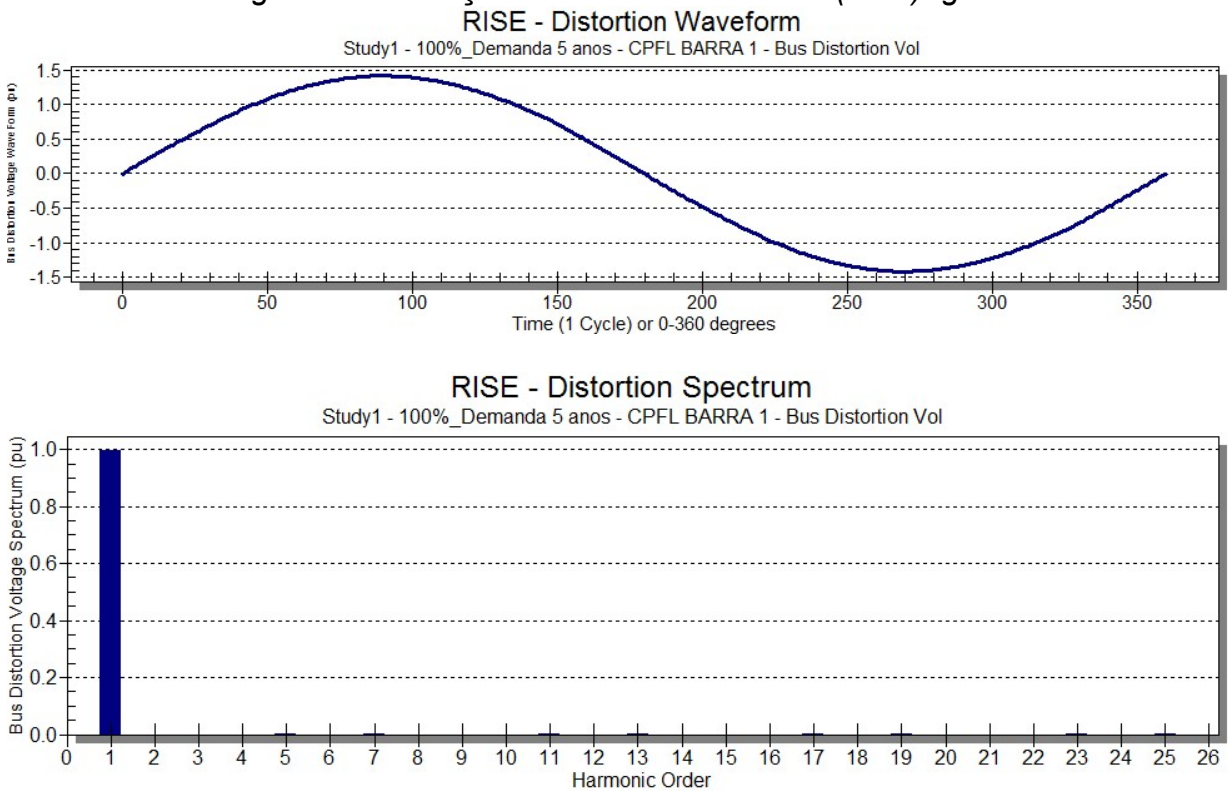


Figura 6 – Distorção Harmônica de tensão (Vthd)- tabela

HARMONIC VOLTAGE SPECTRUM REPORT

Bus: CPFL BARRA 1 (138000V)

Harmonic Order	Harmonic Voltages	Phase Angle	Distortion Percent	IEEE-519 Limit
1	137604.094	-0.17		
5	125.294	76.71	0.091	1.500
7	109.714	146.14	0.080	1.500
11	70.283	-76.14	0.051	1.500
13	53.489	-7.52	0.039	1.500
17	36.149	129.51	0.026	1.500
19	26.928	-162.03	0.020	1.500
23	29.327	-25.19	0.021	1.500
25	28.331	43.20	0.021	1.500

Voltage: 138000.0 V_RMS: 137604.23 V_THD(%): 0.14
IEEE-519 LIMIT (THD%): 2.5

8.7.2. Cenário 2.

Figura 7 – Distorção Harmônica de corrente (Ithd)- gráfico

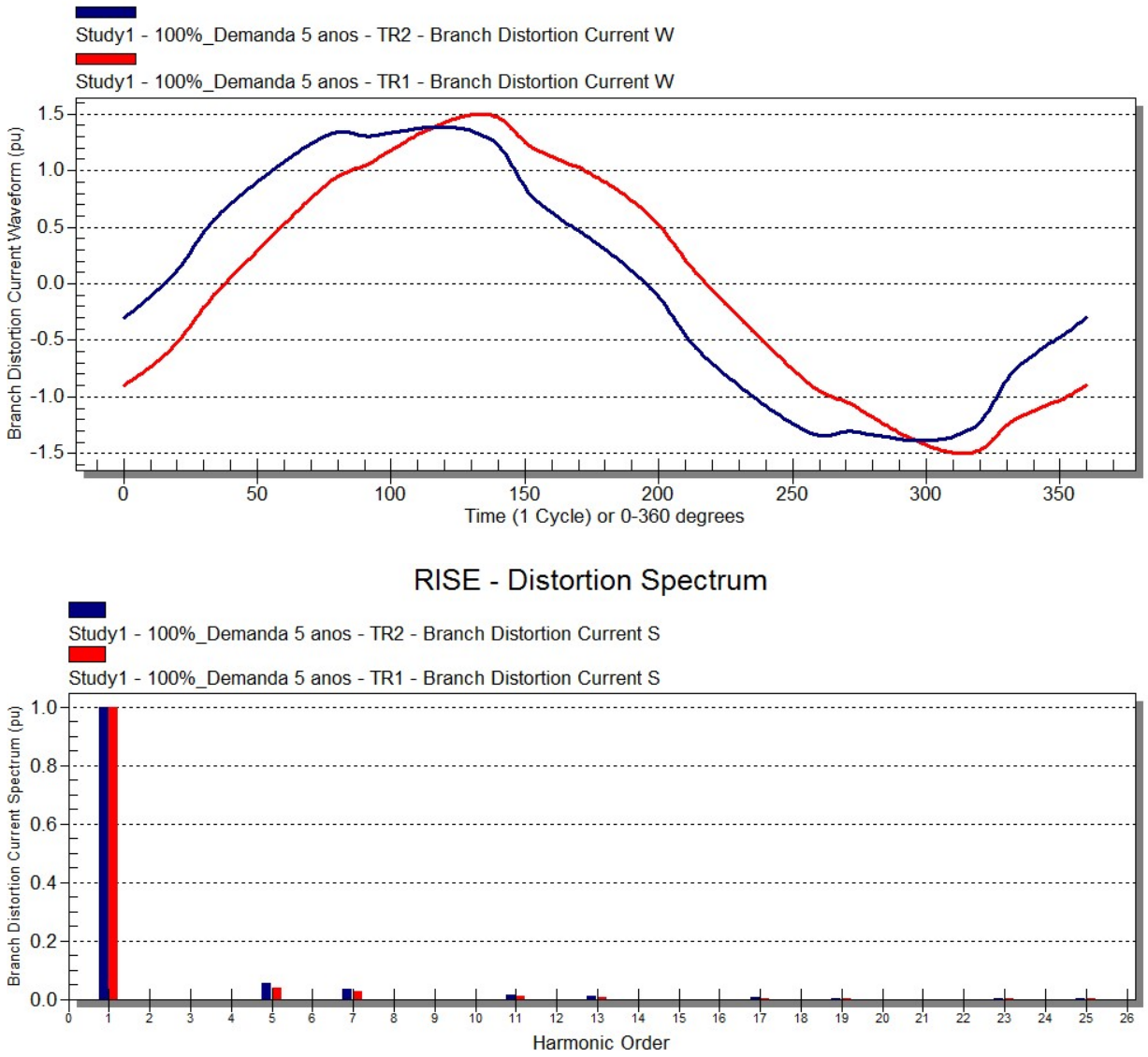


Figura 8 – Distorção Harmônica de corrente (Ithd)- tabela

HARMONIC CURRENT SPECTRUM REPORT

Device Name: TR1
From: CPFL BARRA 1 (138000V)
To: B_SEC_TR1 (11400V)
Point of Common Coupling (PCC): (Isc/Ilf = 413.734)

Harmonic Order	Harmonic Amperes	Phase Angle	Distortion Percent	IEEE-519 Limit
1	35.994	-38.95		
5	1.417	170.03	3.938	6.000
7	0.888	-121.47	2.468	6.000
11	0.363	15.38	1.008	2.750
13	0.234	83.76	0.649	2.750
17	0.121	-139.51	0.336	2.500
19	0.081	-71.17	0.224	2.500
23	0.072	65.52	0.201	1.000
25	0.064	133.85	0.179	1.000

Voltage: 138000.0 I_RMS: 36.04 I_THD(%): 4.82
kWLoss: 33.702 kVARLoss: 455.751
I_K: 1.09 IEEE-519 LIMIT (THD%): 7.5

HARMONIC CURRENT SPECTRUM REPORT

Device Name: TR2
From: CPFL BARRA 2 (138000V)
To: B_SEC_TR2 (11400V)
PCC does not exist.

Harmonic Order	Harmonic Amperes	Phase Angle	Distortion Percent	IEEE-519 Limit
1	26.620	-11.80		
5	1.417	170.03	5.325	
7	0.888	-121.47	3.338	
11	0.363	15.38	1.363	
13	0.234	83.76	0.878	
17	0.121	-139.51	0.454	
19	0.081	-71.17	0.302	
23	0.072	65.52	0.272	
25	0.064	133.85	0.242	

Voltage: 138000.0 I_RMS: 26.68 I_THD(%): 6.52
kWLoss: 19.472 kVARLoss: 265.060
I_K: 1.17 IEEE-519 LIMIT (THD%):

Figura 9 – Distorção Harmônica de tensão (Vthd)- gráfico

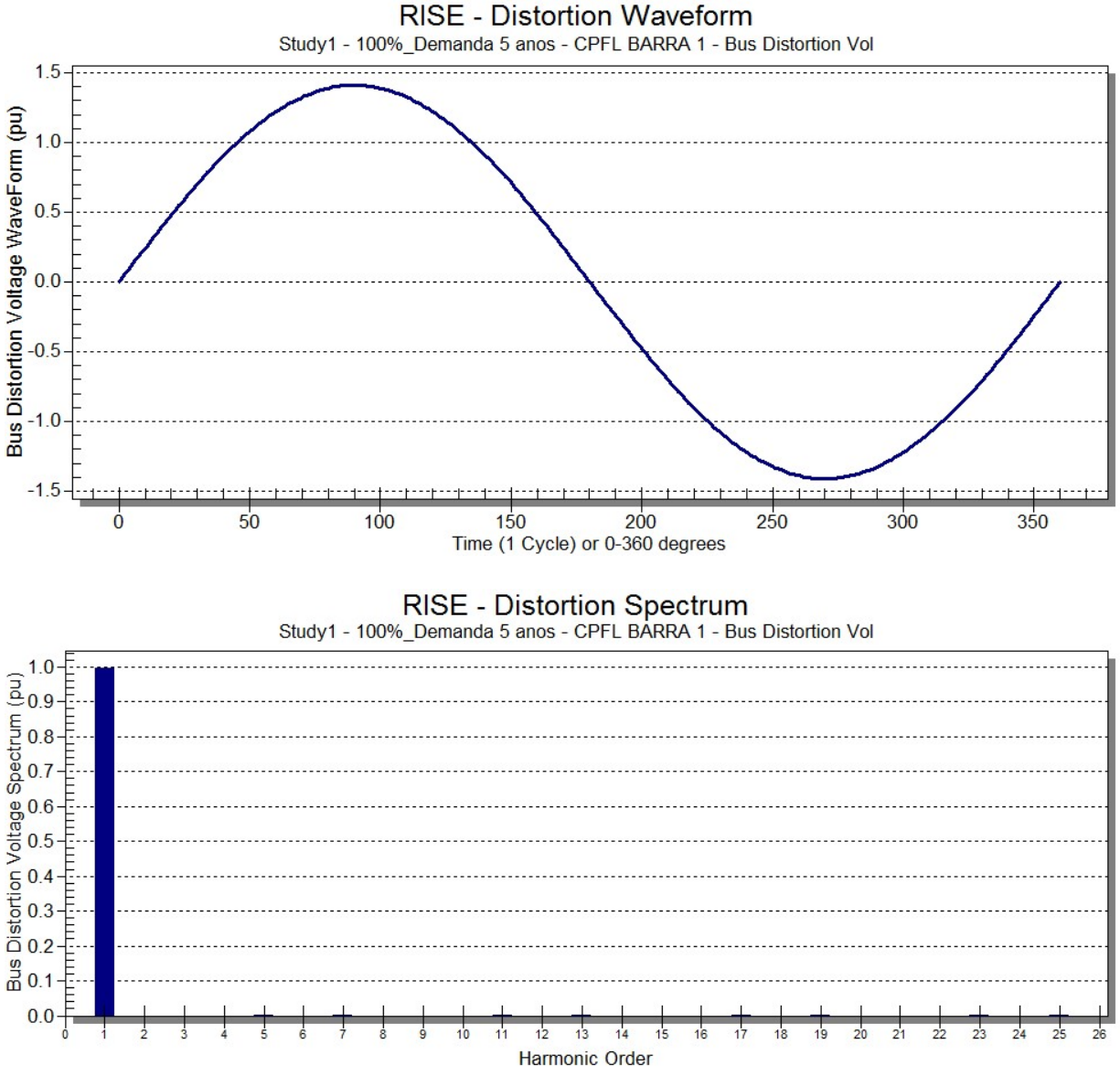


Figura 10 – Distorção Harmônica de tensão (Vthd)- tabela

HARMONIC VOLTAGE SPECTRUM REPORT

Bus: CPFL BARRA 1 (138000V)

Harmonic Order	Harmonic Voltages	Phase Angle	Distortion Percent	IEEE-519 Limit
1	137625.250	-0.18		
5	127.476	77.12	0.093	1.500
7	111.790	146.45	0.081	1.500
11	71.690	-75.94	0.052	1.500
13	54.572	-7.36	0.040	1.500
17	36.892	129.63	0.027	1.500
19	27.483	-161.93	0.020	1.500
23	29.935	-25.12	0.022	1.500
25	28.921	43.27	0.021	1.500

Voltage: 138000.0 V_RMS: 137625.39 V_THD(%): 0.15
IEEE-519 LIMIT (THD%): 2.5

8.7.3. Cenário 3.

Figura 11 – Distorção Harmônica de corrente (Ithd)- gráfico

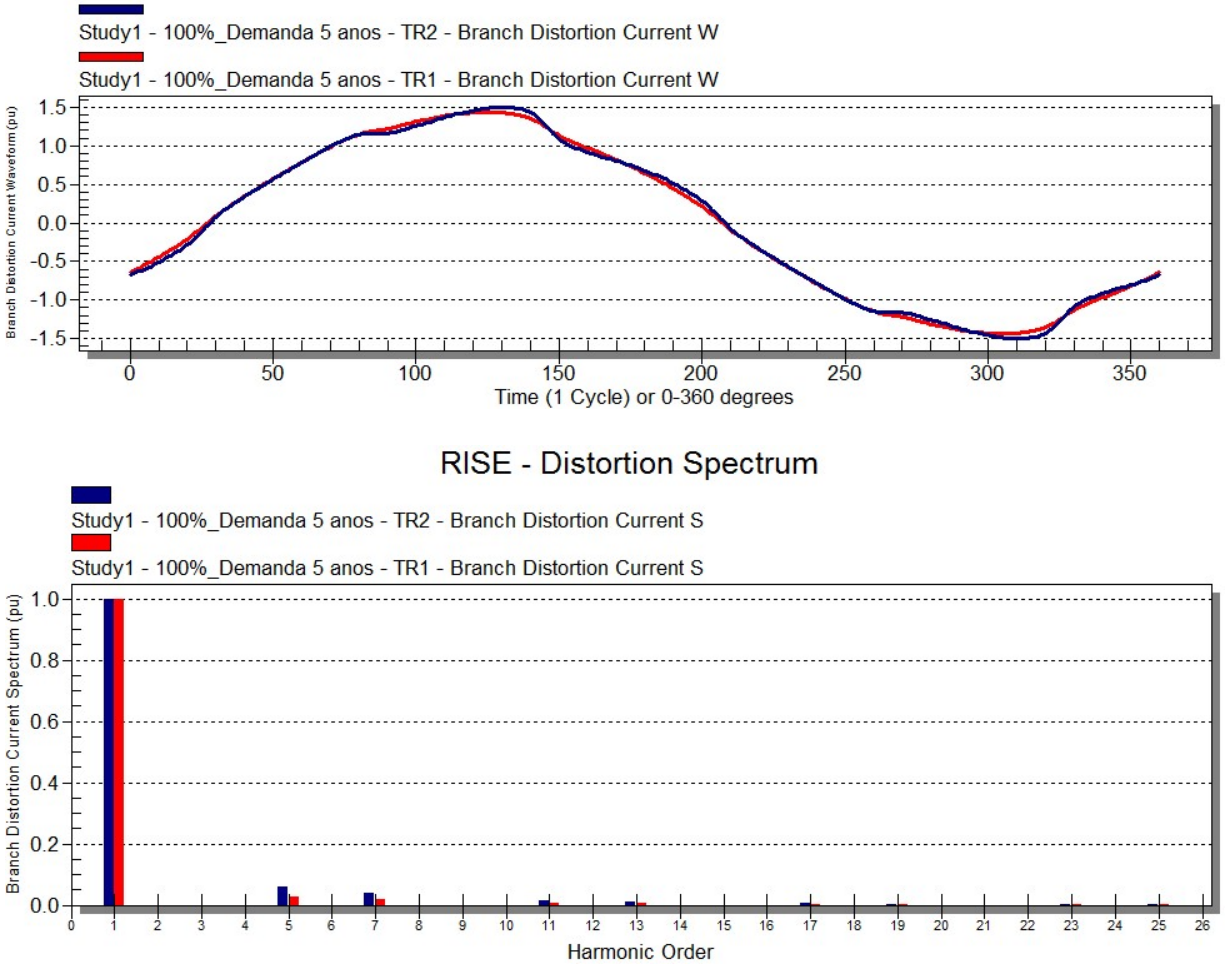


Figura 12 – Distorção Harmônica de corrente (Ithd)- tabela

HARMONIC CURRENT SPECTRUM REPORT

Device Name: TR1
From: CPFL BARRA 1 (138000V)
To: B_SEC_TR1 (11400V)
Point of Common Coupling (PCC): (Isc/Ilf = 582.873)

Harmonic Order	Harmonic Amperes	Phase Angle	Distortion Percent	IEEE-519 Limit
1	25.549	-26.80		
5	0.710	170.08	2.778	6.000
7	0.445	-121.43	1.741	6.000
11	0.182	15.41	0.711	2.750
13	0.117	83.78	0.458	2.750
17	0.061	-139.49	0.237	2.500
19	0.040	-71.15	0.158	2.500
23	0.036	65.53	0.142	1.000
25	0.032	133.87	0.126	1.000

Voltage: 138000.0 I_RMS: 25.56 I_THD(%): 3.40
kWLoss: 16.932 kVARLoss: 227.936
I_K: 1.05 IEEE-519 LIMIT (THD%): 7.5

HARMONIC CURRENT SPECTRUM REPORT

Device Name: TR2
From: CPFL BARRA 2 (138000V)
To: B_SEC_TR2 (11400V)
PCC does not exist.

Harmonic Order	Harmonic Amperes	Phase Angle	Distortion Percent	IEEE-519 Limit
1	35.306	-27.78		
5	2.122	169.98	6.009	
7	1.330	-121.51	3.766	
11	0.543	15.36	1.537	
13	0.350	83.74	0.990	
17	0.181	-139.53	0.512	
19	0.120	-71.18	0.341	
23	0.108	65.51	0.307	
25	0.096	133.84	0.273	

Voltage: 138000.0 I_RMS: 35.40 I_THD(%): 7.36
kWLoss: 34.345 kVARLoss: 469.479
I_K: 1.22 IEEE-519 LIMIT (THD%):

Figura 13 – Distorção Harmônica de tensão (Vthd)- gráfico

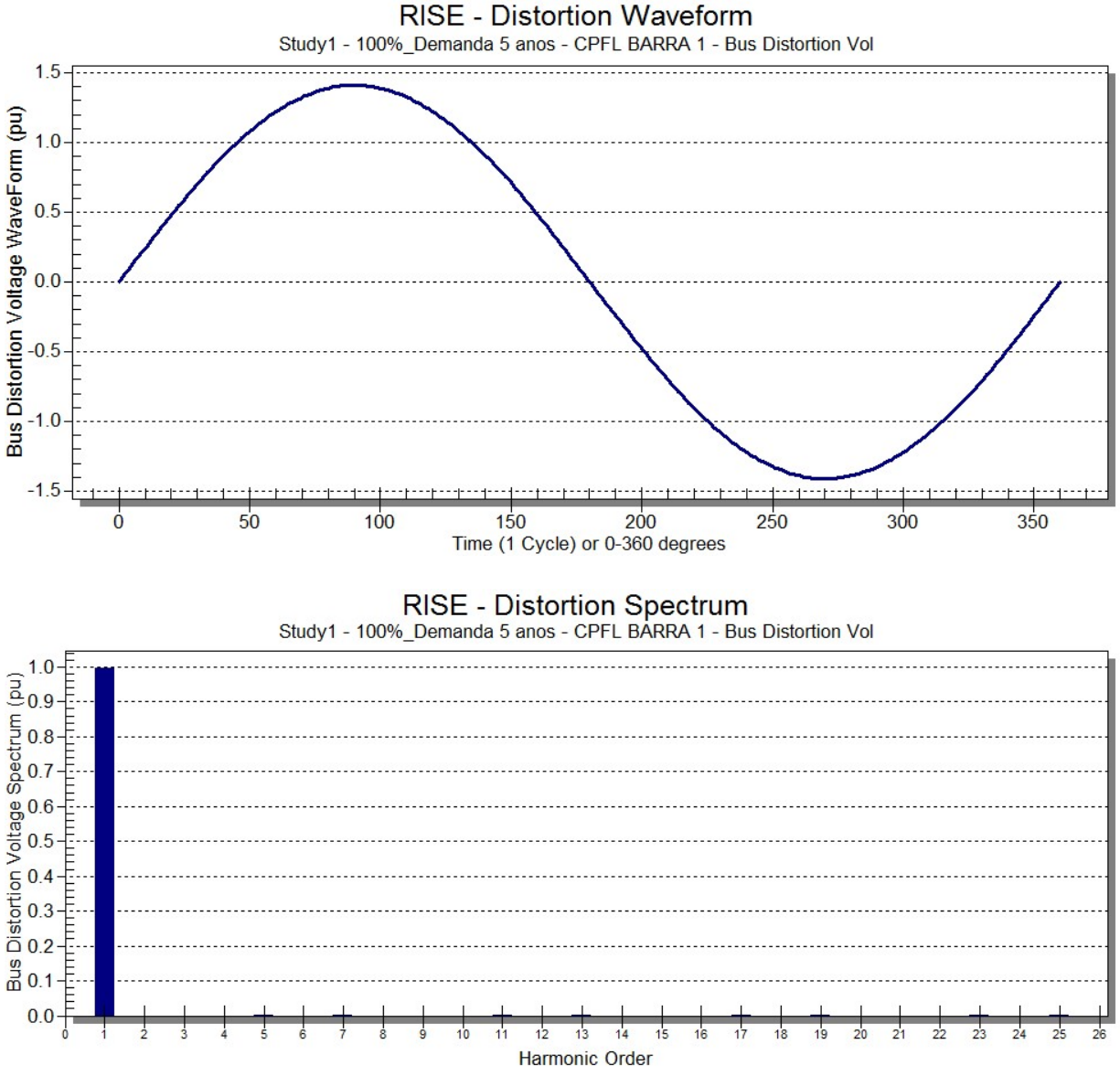


Figura 14 – Distorção Harmônica de tensão (Vthd)- tabela

HARMONIC VOLTAGE SPECTRUM REPORT

Bus: CPFL BARRA 1 (138000V)

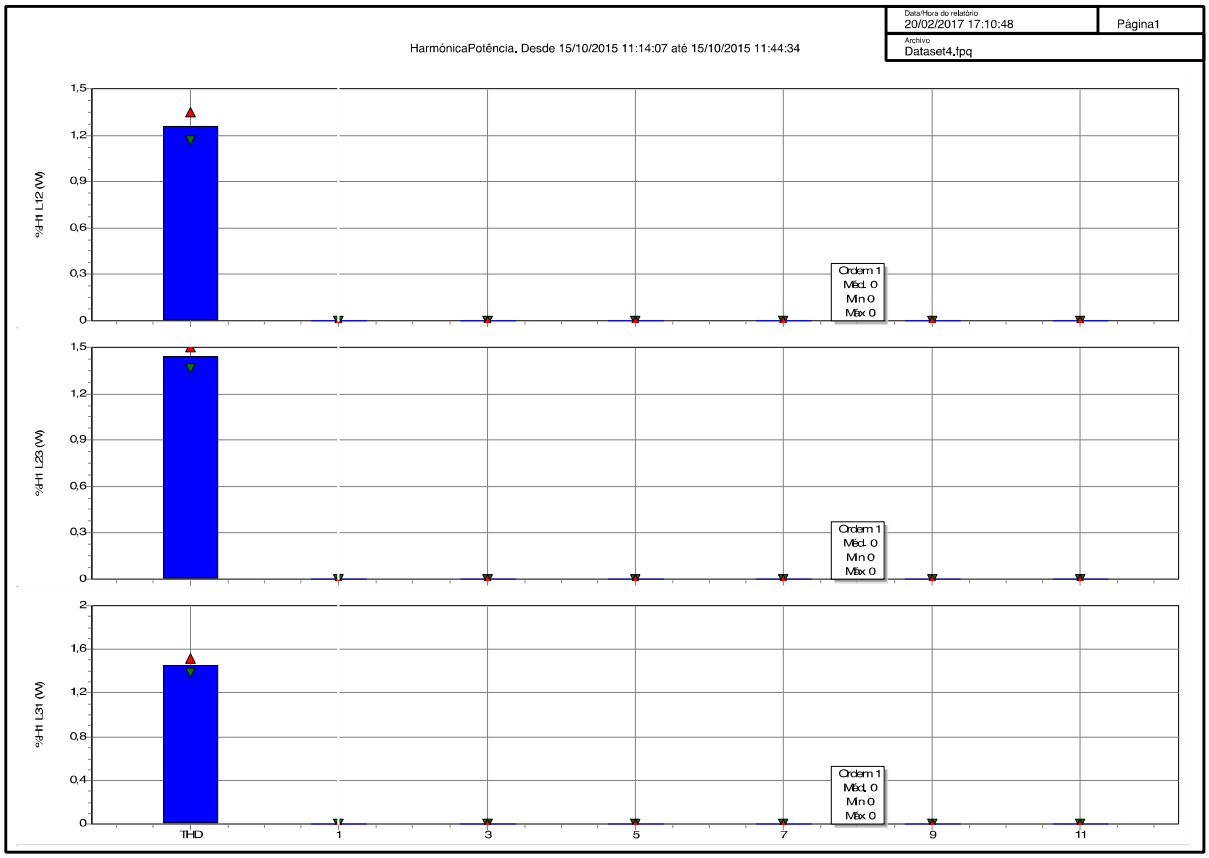
Harmonic Order	Harmonic Voltages	Phase Angle	Distortion Percent	IEEE-519 Limit
1	137626.141	-0.18		
5	127.318	77.09	0.093	1.500
7	111.640	146.43	0.081	1.500
11	71.588	-75.96	0.052	1.500
13	54.494	-7.37	0.040	1.500
17	36.838	129.62	0.027	1.500
19	27.443	-161.94	0.020	1.500
23	29.892	-25.12	0.022	1.500
25	28.878	43.26	0.021	1.500

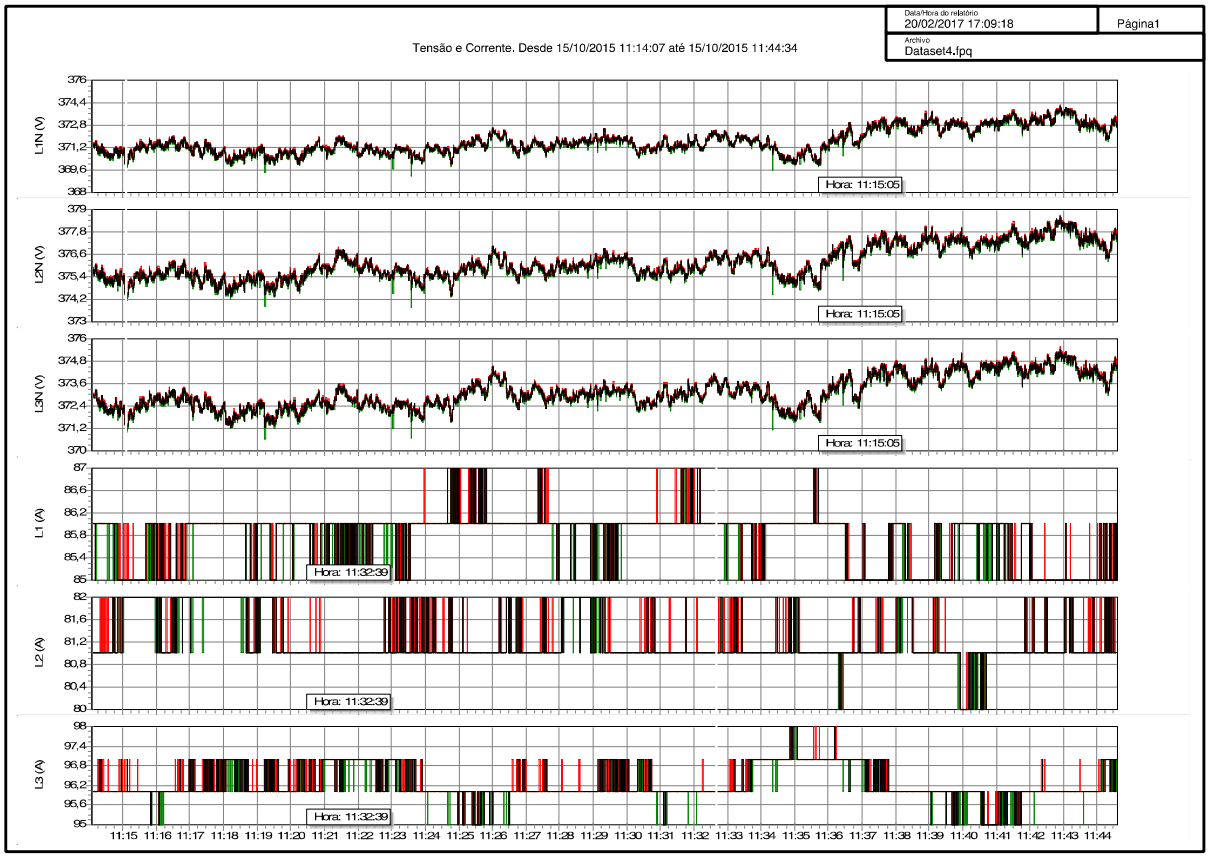
Voltage: 138000.0 V_RMS: 137626.28 V_THD(%): 0.15
IEEE-519 LIMIT (THD%): 2.5

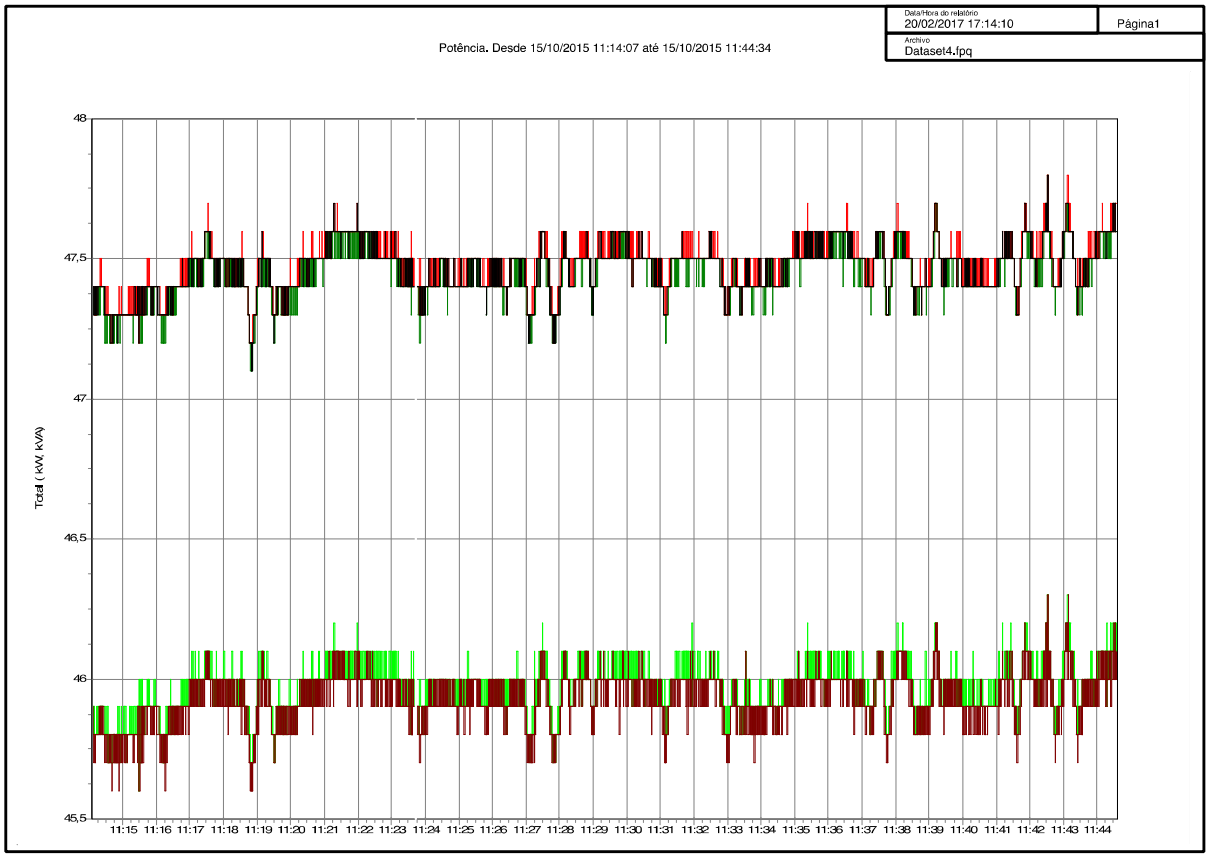
9. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que não há distorção de tensão prejudicial à CPFL, uma vez que as distorções de tensão no ponto de consumo encontram-se dentro dos limites exigidos pela IEEE std. 519 (vide tabela 3 e 4) e pelo GED-10099. Valor máximo encontrato no estudo DTHT=0,15% e ITHD=7.36% no PAC para o pior cenário.

O estudo condiderou um cenário muito conservador com valores baseados na IEEE para fontes de correntes harmônicas sem filtros nas cargas instaladas no sistema em 380V e concluímos que não haverá distorções harmônicas no PAC que possam interferir na rede da concessionária em comparação com a medicao feita em um dos aceleradores de partículas com utilização de filtros conforme gráficos abaixo.




Data/Hora do relatório
20/02/2017 17:09:18
Página1
Archivo
Dataset4.fpq
Tensão e Corrente. Desde 15/10/2015 11:14:07 até 15/10/2015 11:44:34
L1N (V)
L2N (V)
L3N (V)
L1 (A)
L2 (A)
L3 (A)
Hora: 11:15:05
Hora: 11:32:39
11:15 11:16 11:17 11:18 11:19 11:20 11:21 11:22 11:23 11:24 11:25 11:26 11:27 11:28 11:29 11:30 11:31 11:32 11:33 11:34 11:35 11:36 11:37 11:38 11:39 11:40 11:41 11:42 11:43 11:44


Data/Hora do relatório
20/02/2017 17:14:10
Página1
Archivo
Dataset4.fpq
Potência. Desde 15/10/2015 11:14:07 até 15/10/2015 11:44:34
Total (kW, kVA)
48
47,5
47
46,5
46
45,5
11:15 11:16 11:17 11:18 11:19 11:20 11:21 11:22 11:23 11:24 11:25 11:26 11:27 11:28 11:29 11:30 11:31 11:32 11:33 11:34 11:35 11:36 11:37 11:38 11:39 11:40 11:41 11:42 11:43 11:44

10. TERMO DE RESPONSABILIDADE

TERMO DE RESPONSABILIDADE DE ACESSO

A Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais (CNPEM), CNPJ 01.576.817/0002-56, ao solicitar o acesso ao ponto do sistema elétrico descrito neste relatório, declara que assume total responsabilidade sobre todas as informações fornecidas, bem como compromete-se a adotar, às suas expensas, todas as medidas corretivas que forem necessárias para adequação, no caso em que os limites referenciais das perturbações forem excedidos, imediatamente após ser comunicada pela CPFL.

Declara ainda que está ciente de que poderá ter seu fornecimento de energia interrompido, de acordo com a Resolução Normativa ANEEL no 414, de 09 de Setembro de 2010, caso não adotar as medidas corretivas.

Luis Henrique de Oliveira

TERMO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Eng. Glauco Augusto Campos da Silva, CREA 5062363311, declara que todas as características das cargas, incluindo o regime de trabalho, refletem as condições reais de operação da unidade acessante, as quais foram integralmente utilizadas nas simulações para analisar os níveis de perturbações esperados. Declara também, que os resultados estão adequados aos limites de referência estabelecidos, ou que, no caso destes limites terem sido superados, todas as medidas corretivas necessárias foram recomendadas ao acessante.

Glauco Augusto Campos da Silva

RG: 27.344.598-4

CPF: 280.472.938-93

CREA: 5062363311

ART

SUBESTAÇÃO 138/11.4kV

CNPEM/SÍRIUS

ESTUDO DE COORDENAÇÃO E SELETIVIDADE

00	02/06/2017	EMISSÃO INICIAL - PARA INFORMAÇÃO	TF	GA
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	EXECUTADO	LIBERADO

COD.	CONTROLE DE REVISÃO											
FOLHA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
001	X											
002	X											
003	X											
004	X											
005	X											
006	X											
007	X											
008	X											
009	X											
010	X											
011	X											
012	X											
013	X											
014	X											
015	X											
016	X											
017	X											
018	X											
019	X											
020	X											
021	X											
022	X											
023	X											
024	X											
025	X											
026	X											
027	X											
028	X											
029	X											
030	X											
031	X											
032	X											
033	X											
034	X											
035	X											
036	X											
037	X											
038	X											
039	X											
040	X											
041	X											
042	X											
043	X											
044	X											
045	X											
046	X											
047	X											
048	X											
049	X											
050	X											

COD.	CONTROLE DE REVISÃO											
FOLHA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
051	X											
052	X											
053	X											
054	X											
055												
056												
057												
058												
059												
060												
061												
062												
063												
064												
065												
066												
067												
068												
069												
070												
071												
072												
073												
074												
075												
076												
077												
078												
079												
080												
081												
082												
083												
084												
085												
086												
087												
088												
089												
090												
091												
092												
093												
094												
095												
096												
097												
098												
099												
100												

NOTA:

1) Este controle indica a revisão que está sendo emitida. Manter as folhas não afetadas e substituir as alteradas pela última revisão.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 4
2. REFERÊNCIAS 5
2.1. DOCUMENTOS 5
2.2. NORMAS 6
3. TERMINOLOGIA E NOMENCLATURA 7
4. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO 8
4.1. CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES 9
4.2. CABOS ELÉTRICOS 11
5. PREMISSAS 12
5.1. NÍVEL DE CURTO-CIRCUITO 12
5.2. COMPROMISSO DE SELETIVIDADE 12
5.3. CRITÉRIO DE SELETIVIDADE ENTRE DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO 13
5.4. CRITÉRIOS DE PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS 13
5.4.1. PROTEÇÃO DE TRANSFORMADORES 13
5.4.2. CABOS E BARRAMENTOS 14
6. COORDENOGRAMAS E TABELAS DE AJUSTES 15
6.1. ENTRADA CPFL X ENTRADA SE-AT (FASE) 15
6.2. ENTRADA CPFL X ENTRADA SE-AT (NEUTRO) 16
6.3. ENTRADA SE-AT X SAÍDAS (FASE) 17
6.4. ENTRADA SE-AT X SAÍDAS (NEUTRO) 18
6.5. TABELA DE AJUSTE DO RELÉ DA CPFL (ENTRADA) 19
6.6. TABELA DE AJUSTES DO RELÉ DO PRIMÁRIO DO TR1 E TR2 23
6.7. TABELA DE AJUSTES DO RELÉ DE ENTRADA DO PAINÉL SE-AT 27
6.8. TABELA DE AJUSTES DO RELÉ TIE DA SE-AT 33
6.9. TABELA DE AJUSTES DO RELÉ PMT GERAL 39
6.10. TABELA DE AJUSTES DO RELÉ PMT CAG 45
7. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES 51
7.1. SISTEMA DE 138000 V 51
7.2. SISTEMA DE 11400 V 52

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório irá interpretar os resultados dos estudos de Coordenação e Seletividade para a SE CNPEM/SIRIUS 138/11.4kV, localizado na cidade de Campinas - SP.

No estudo de Seletividade apresentou-se os coordenogramas das proteções, visando determinar os tempos de atuação das funções de proteção, as curvas características dos dispositivos e todas as informações necessárias para as funções de seletividade cronológica e amperimétrica a serem implementadas, as curvas com os limites de operação segura dos equipamentos, as tabelas de ajustes dos diversos relés e dispositivos de proteção de modo a otimizar o funcionamento da planta elétrica instalada, maximizar a vida útil dos equipamentos bem como a segurança dos operadores.

2. REFERÊNCIAS

2.1. Documentos

Foram utilizados os seguintes documentos para o desenvolvimento do projeto:

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO
R562-SUB-PE-DES-0403-R01.pdf	Diagrama unifilar AT
R562-SUB-PE-DES-0404-R01	Diagrama unifilar MT
REPP2017-4929-CNPEM-SIRIUS-Parecer de Acesso.pdf	Parecer de acesso com valores estimados de CC
R562-SUB-PE-DES-0615-R00.pdf	Placas dos transformadores
R562-SUB-PE-FD-0633-R00.pdf	Folha de dados dos transformadores
R562-SUB-PE-DES-0674_00.pdf	Dados dos disjuntores
R562-SUB-PE-DES-0685-R00.pdf	Dados dos resistores de aterramento
Anexo H - CNPEM + Sírius Rev. 2.docx	Informações detalhadas da Unidade Consumidora
CNP001-ELE-PE-DET-0055-R04.pdf	Diagrama unifilar MT
CNP001-ELE-PE-DET-0057-R03.pdf	Diagrama unifilar BT
CNP001-ELE-PE-DET-0059-R05.pdf	Diagrama unifilar BT
R562-SUB-PE-DES-0201-R00.dwg	Arranjo Geral - Planta
R562-SUB-PE-DES-0202-R00.dwg	Arranjo Geral - Cortes
E-1652111.001-AG1.pdf	Arranjo geral – PMT-CAG
E-1652111.002-AG1.pdf	Arranjo geral – PMT GERAL

2.2. Normas

Foram utilizadas as seguintes normas para o desenvolvimento do projeto:

NORMA	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 14039-2005	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO
ABNT NBR 5410-2004	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO; REVISÃO 2008
IEEE Std. 315-1975	GRAPHIC SYMBOLS FOR ELECTRICAL AND ELECTRONICS DIAGRAMS
IEEE Std. 141-1993	RECOMMENDED PRACTICE FOR ELECTRIC POWER DISTRIBUTION FOR INDUSTRIAL PLANTS
ABNT NBR 5356-2007	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA REVISÃO 2010
IEEE std 399-1997	RECOMMENDED PRACTICE FOR INDUSTRIAL AND COMMERCIAL POWER SYSTEMS ANALYSIS
Reference DAPPER	MANUAL DE UTILIZAÇÃO – MÓDULO DAPPER – PTW
Reference CAPTOR	MANUAL DE UTILIZAÇÃO – MÓDULO CAPTOR – PTW

3. TERMINOLOGIA E NOMENCLATURA

Foram utilizadas as seguintes simbologias durante o desenvolvimento do projeto e relatório:

TERMINOLOGIA / NOMENCLATURA	DESCRIÇÃO
AT	Alta tensão (>1000 V)
BT	Baixa tensão (<= 1000 V)
CA	Corrente Alternada
$I''_{ASSIM\ DE\ PICO\ 3P}$	Corrente de curto-circuito assimétrico de pico
Icc''_{3F}	Corrente de curto-circuito assimétrica trifásica
Icc''_{FT}	Corrente de curto-circuito assimétrica fase para a terra
Icc'_{3F}	Corrente de curto-circuito simétrica trifásica de oito ciclos
Icc'_{FT}	Corrente de curto-circuito transitório fase para a terra para oito ciclos
Icc_{3F}	Corrente de curto-circuito trifásico de regime
Icc_{FT}	Corrente de curto-circuito fase para terra de regime
RTC	Relação de transformação do transformador de corrente (TC)
RTP	Relação de transformação do transformador de potencial (TP)
PTW	Power Tools for Windows
X/R	Relação da impedância (parte indutiva pela parte resistiva) equivalente no ponto da falta.
Ic	Corrente de carga
In	Corrente nominal
VFD	Variable frequency drive – Módulo de Variação de Frequência
FLA	Full Load Amps
T’	Constante de tempo de aquecimento do motor
tp	Tempo de partida do motor
trb	Tempo de rotor bloqueado do motor
Icc''_{REF}	Corrente de curto-circuito assimétrica do secundário refletido no primário

4. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO

O sistema é alimentado pela CPFL conectado em dupla derivação no ramal Santander, que por sua vez, está conectado na LD 138 kV Tanquinho – Taquaral e chega na CNPEM/SIRIUS pelas linhas A e B em 138kV. Estas mesmas alimentam o sistema através dos transformadores TR1 e TR2 de 12.5/15 MVA abaixando o sistema para 11.4 kV alimentando as barras A e B.

Esta SE em 11.4 kV possui sete cubículos de saída que alimentam os transformadores abaixadores e subsequentemente os painéis em baixa tensão de 480 e 380V.

O transformador TR-1.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-1 e possui outro transformador redundante TR-1.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-2.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-2 e possui outro transformador redundante TR-2.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-3.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-3 e possui outro transformador redundante TR-3.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-4.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBT-CAG-4 e possui outro transformador redundante TR-4.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-5.1 abaixador 11.4/0.38 kV alimenta o painel PBN-N-GERAL e possui outro transformador redundante TR-5.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-6.1 abaixador 11.4/0.48 kV alimenta o painel PBT-N-PROCESSO-1 e possui outro transformador redundante TR-6.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

O transformador TR-7.1 abaixador 11.4/0.48 kV alimenta o painel PBT-N-PROCESSO-2 e possui outro transformador redundante TR-7.2 que alimenta as mesmas cargas em caso de falha/manutenção.

Os cenários apresentados para este estudo estão descritos abaixo e os resultados simulados estão no item 7 e nos anexos.

- **Cenário 1**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado apenas pelo transformador TR1 ligação em L.

- **Cenário 2**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV fechado e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 em paralelo.

- **Cenário 3**

O TIE da barra de 138 kV fechado. O TIE da SE-AT 11.4 kV aberto e o sistema é alimentado pelos dois transformadores TR1 e TR2 isolados.

Os transformadores dos painéis PMT-GERAL e PMT-CAG não operam em paralelo e estarão a 100% da capacidade de ventilação forçada.

Com base na capacidade de 100% as cargas equivalentes foram representados como: 20% de cargas estáticas e 80% para motores equivalentes acionados por inversor de frequência.

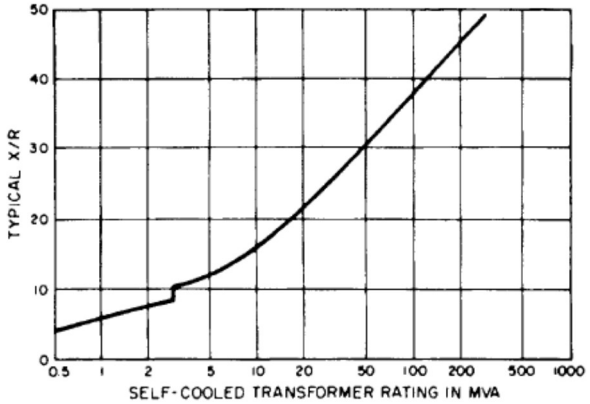
4.1. Características dos Transformadores

As impedâncias utilizadas no estudo vêm de referências apresentadas no item 2.1 (dados em diagrama unifilares e folhas de dados do fabricante). Na ausência destas informações, serão utilizados os valores típicos de impedância, assim como, para o valor de X/R dos transformadores (com base na Figura 1 da norma ANSI/IEEE std 141-1993).

Tabela 1 – Parâmetros elétricos dos transformadores de potência.

TAG	Tensão Pri/Sec (kV)	Potência Nom/Forc (kVA)	Impedância (%)	X/R	Inrush
TR1	138 / 11.4	12500 / 15000	9.6	13.4	8
TR2	138 / 11.4	12500 / 15000	9.6	13.4	8
TR-1.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-2.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-3.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14

TR-4.1	11.4 / 0.380	3000 / 3750	6	10.79	14
TR-5.1	11.4 / 0.380	2000 / 2500	6	7.29	14
TR-6.1	11.4 / 0.480	3000 / 4200	6	10.79	14
TR-6.1	11.4 / 0.480	3000 / 4200	6	10.79	14



Source: Based on IEEE Std C37.010-1979.

Figura 5 – Relação entre X/R e potência de transformadores segundo IEEE Std. C37.010-1979.

4.2. Cabos Elétricos

Os dados dos cabos foram obtidos a partir dos documentos de referência citados no item 2.1 e suas impedâncias de sequência zero, quando não apresentadas pelo fabricante, foram retiradas a partir de dados da biblioteca do PTW.

Nos casos que não forem apresentadas as informações do condutor nos documentos de referência, serão adotados dados típicos com características mínimas tais que gerem menor influência possível no estudo de curto circuito.

Exemplo: impedância (R=0 e X=0,001) e comprimento (L=1,00 m)

CIRCUITO		PARA		CARACTERISTICAS CONSTRUTIVAS DO CONDUTOR	
TAG	LOCAL	TAG	LOCAL	FORMAÇÃO	CORRENTE (A)
CPFL LA_CB	CPFL LA	CPFL BARRA 1	CPFL BARRA 1	1x(3/C+T) #240	510
CPFL LB_CB	CPFL LB	CPFL BARRA 2	CPFL BARRA 2	1x(3/C+T) #240	510
**TR1_CB	TR1	SE-AT_BARRA A	SE-AT_BARRA A	2x(3/C) #300	1034
**TR2_CB	TR2	SE-AT_BARRA B	SE-AT_BARRA B	2x(3/C) #300	1034
*PMT CAG_CB1	SE-AT_BARRA B	CUB. ENTRADA_PMT GAG	PMT GAG	3x(3/C+T) #300	2061.0
*PMT GERAL_CB1	SE-AT_BARRA A	CUB. ENTRADA_PMT GERAL	PMT GERAL	2x(3/C+T) #240	1204.0
**TR-1.1_CB	PMT CAG	TR-1.1	PMT CAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-2.1_CB	PMT CAG	TR-2.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-3.1_CB	PMT CAG	TR-3.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-4.1_CB	PMT CAG	TR-4.1	PMT GAG	1x(3/C+T) #120	390.0
**TR-5.1_CB	PMT GERAL	TR-5.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #70	275.0
**TR-6.1_CB	PMT GERAL	TR-6.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #150	445.0
**TR-7.1_CB	PMT GERAL	TR-7.1	PMT GERAL	1x(3/C+T) #95	337.0
BW-TR-1.1	TR-1.1	PBT-CAG-1.1	PBT-CAG-1.1	Barramento	6300.0
BW-TR-2.1	TR-2.1	PBT-CAG-2.1	PBT-CAG-2.1	Barramento	6300.0
BW-TR-3.1	TR-3.1	PBT-CAG-3.1	PBT-CAG-3.1	Barramento	6300.0
BW-TR-4.1	TR-4.1	PBT-CAG-4.1	PBT-CAG-4.1	Barramento	6300.0
BW-TR-5.1	B_SEC_TR-5.1	PBT-N-GERAL-1	PBT-N-GERAL-1	Barramento	4000.0
BW-TR-6.1	B_SEC_TR-6.1	PBT-N-PROCESSO-1.1	PBT-N-PROCESSO-1.1	Barramento	6300.0
BW-TR-7.1	B_SEC_TR-7.1	PBT-N-PROCESSO-2.1	PBT-N-PROCESSO-2.1	Barramento	6300.0

Nota: * Foi adotado para estes cabos a distância de 500 metros.

** Foi adotado para estes cabos a distância de 50 metros.

5. PREMISSAS

5.1. Nível de Curto-Circuito

A contribuição de curto-circuito em CA na entrada do sistema elétrico da CNPEM/SIRIUS, provem da CPFL, segundo documentação de referência do item 2.1, são apresentados abaixo os dados da fonte de alimentação utilizados:

Valores de curto-circuito no ponto de entrega

- Parâmetros:
  Tensão nominal: 138 kV

- Correntes de curto-circuito:
  Trifásica simétrica / assimétrica: 14.9 kA, X/R 3.95
  Fase-terra simétricas / assimétrica: 8.94 kA, X/R 3.73

5.2. Compromisso de Seletividade

Um “compromisso” de seletividade é a situação nas quais dois dispositivos de proteção em série, e por razões intencionais ou não, podem operar simultaneamente em casos de defeito.

a) *Condição I*

Quando os dois dispositivos desligam o mesmo circuito e a sinalização de atuação dos dois dispositivos não dificulta a localização e identificação do defeito, e houver necessidade de redução dos tempos de atuação da proteção do sistema.

b) *Condição II*

Quando a solução a ser adotada para se obter seletividade colocar em risco vidas humanas, a operação do sistema ou os equipamentos.

c) *Condição III*

Quando a solução a ser adotada para se obter seletividade implicar em modificações no sistema consideradas tecnicamente inviáveis.

5.3. Critério de Seletividade Entre Dispositivos de Proteção

d) *Relé a Relé*

Intervalo considerado:

0,2 a 0,3 segundos dependendo do tipo de relés, valor da corrente de curto-circuito (erros) e tempo de abertura do disjuntor. Disjuntores de média tensão, costumeiramente operam com extinção do arco em 5 ciclos (80 ms) e os relés digitais tem tempo de sensibilização média de 30 ms, portanto tempo médio provável para a eliminação do curto-circuito é de 110 ms. A temporização mínima de 200 ms será adotada em geral com a finalidade de se alcançar o tempo de eliminação à montante não superior a 1 s.

5.4. Critérios de Proteção de Equipamentos

Seguem abaixo as proteções mais frequentes do sistema.

5.4.1. Proteção de Transformadores

Normalmente os ajustes das proteções dos transformadores são funções das proteções à jusante (obedecendo aos limites dos TC's).

Os limites utilizados como critérios serão:

a) *Função 50 primário*

Ajuste maior que a corrente de magnetização do transformador e maior que o valor da corrente de curto circuito subtransitória assimétrica no secundário.

b) *Função 51 primário*

Ajuste em 1,07 a 1,5 vezes a corrente nominal devendo proteger o ponto de limite térmico do transf. (ANSI OU ABNT).

c) *Função 51 secundário*

Ajuste em de 1,07 a 1,5 vezes a corrente nominal, com menor tempo possível que não afete a seletividade com elementos à jusante.

d) *Função 50G*

Para Defeitos à Terra adota-se o valor de 10 % do valor obtido para os defeitos fase-fase, pois o sistema de aterramento é feito através de resistores o que limita sua sensibilidade.

e) ***Função 87*** **–**

Ajuste de pickup deve ser ajustado entre 0,1 e 0,3 pu.

Ajuste de slope (declividade) deve ser ajustado para ficar acima dos possíveis erros envolvendo TC's e comutação de Tap's. Sendo assim o erro total deve variar entre 20% e 30% (0,2 e 0,3 pu).

NOTA: As proteções térmicas dos transformadores (óleo e enrolamento) normalmente são feitas através de leituras diretas (sensores de temperatura) ajustados conforme orientações do fabricante e em função da classe de isolação dos transformadores.

5.4.2. Cabos e Barramentos

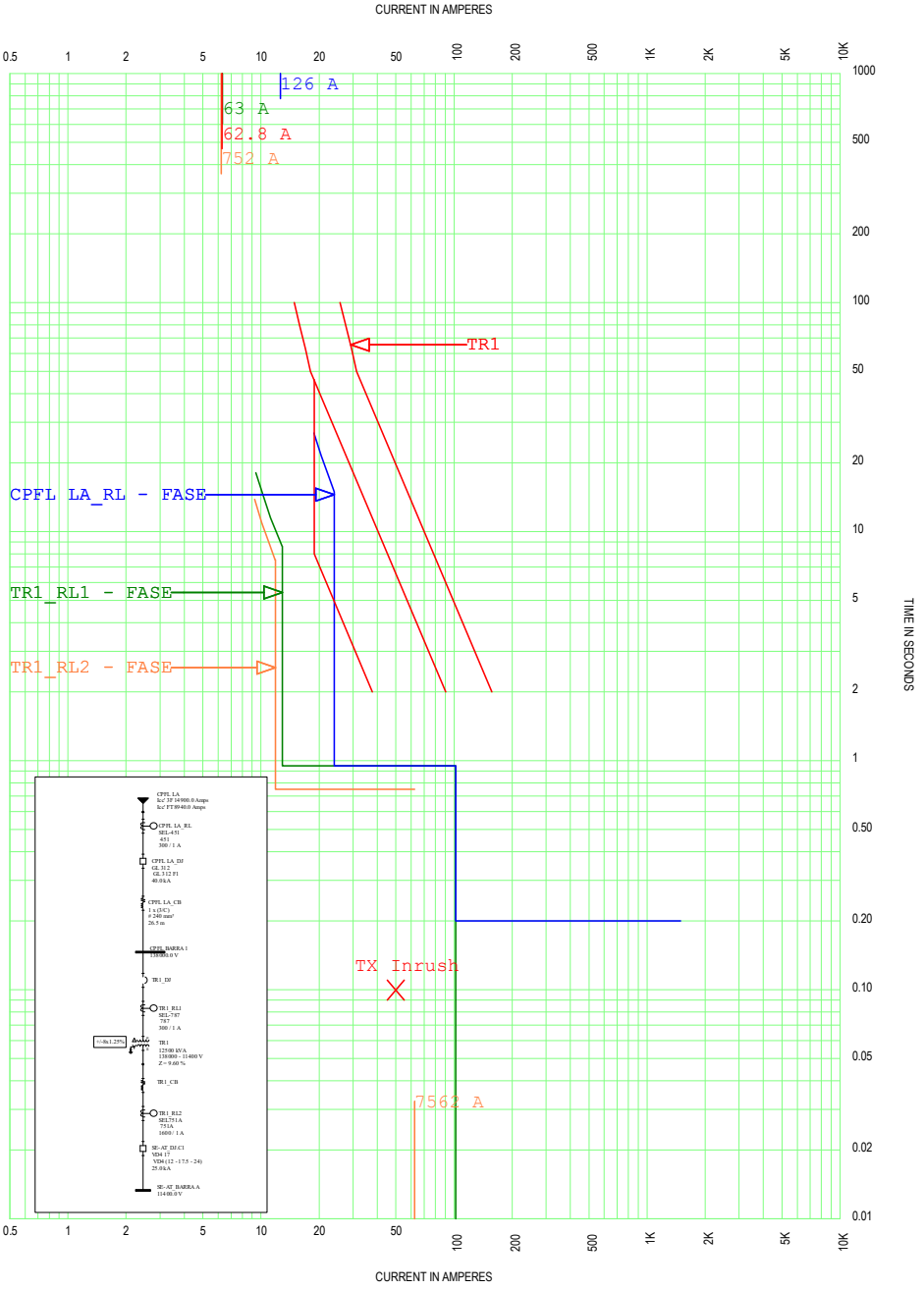
Normalmente, nenhuma proteção é colocada exclusivamente para proteção de cabos, pois sua suportabilidade quanto a esforços térmicos e dinâmicos, são superiores aos dos demais equipamentos do sistema.

Os pontos a serem verificados para a proteção dos cabos são aqueles da curva "I^2t", e são obtidos dos fabricantes em função da temperatura inicial e temperatura máxima permitida para o isolamento.

Os barramentos serão protegidos, quando necessário, pelo uso das unidades instantâneas de sobrecorrente.

6. COORDENOGRAMAS E TABELAS DE AJUSTES

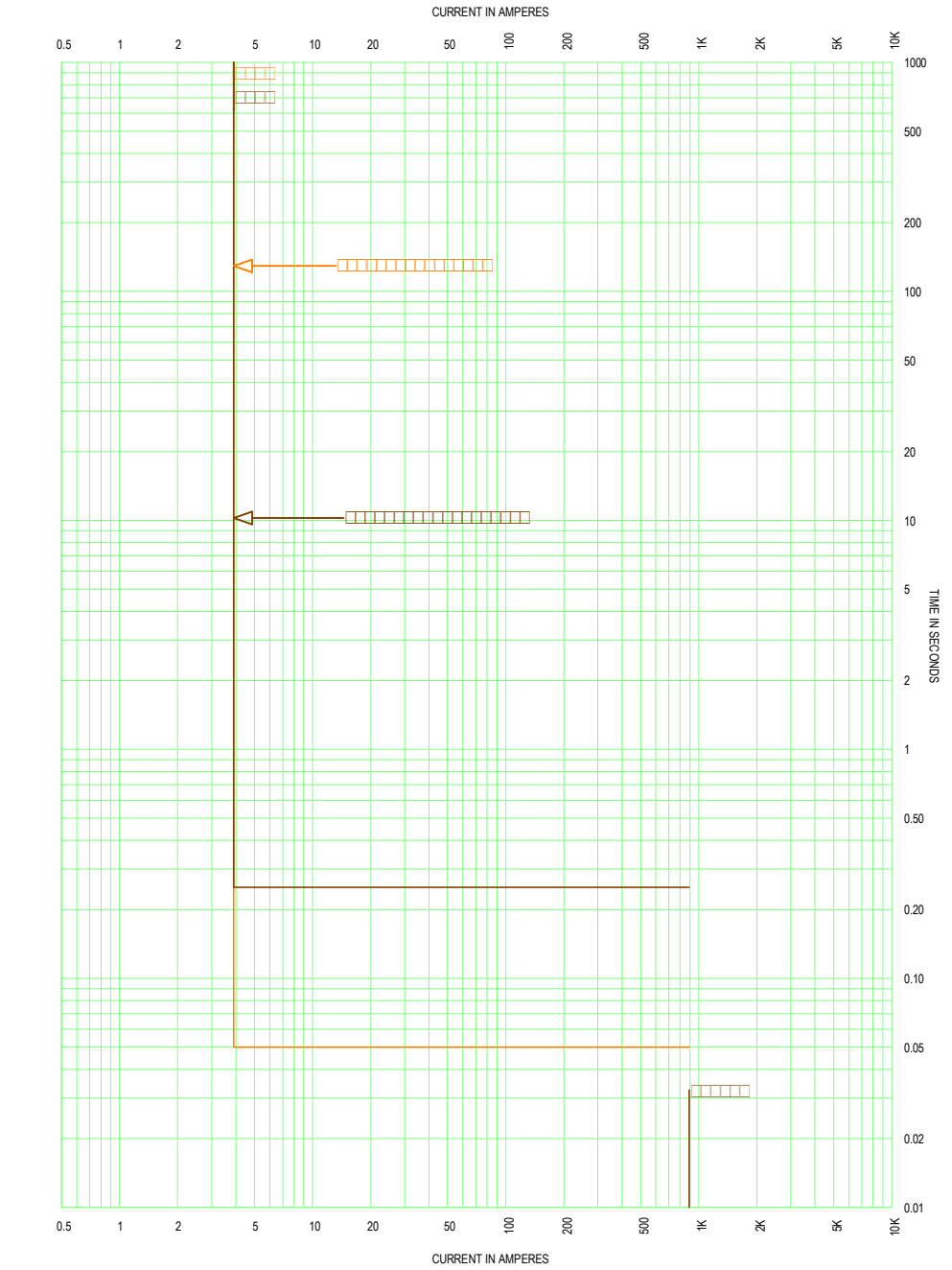
6.1. ENTRADA CPFL X ENTRADA SE-AT (FASE)



Local: VS_ENTRADA_CPFL_ENTRADA_SE-AT_(F)
Tensão: 138000 V

Proteção de FASE
Escala de Corrente x 10 (A)

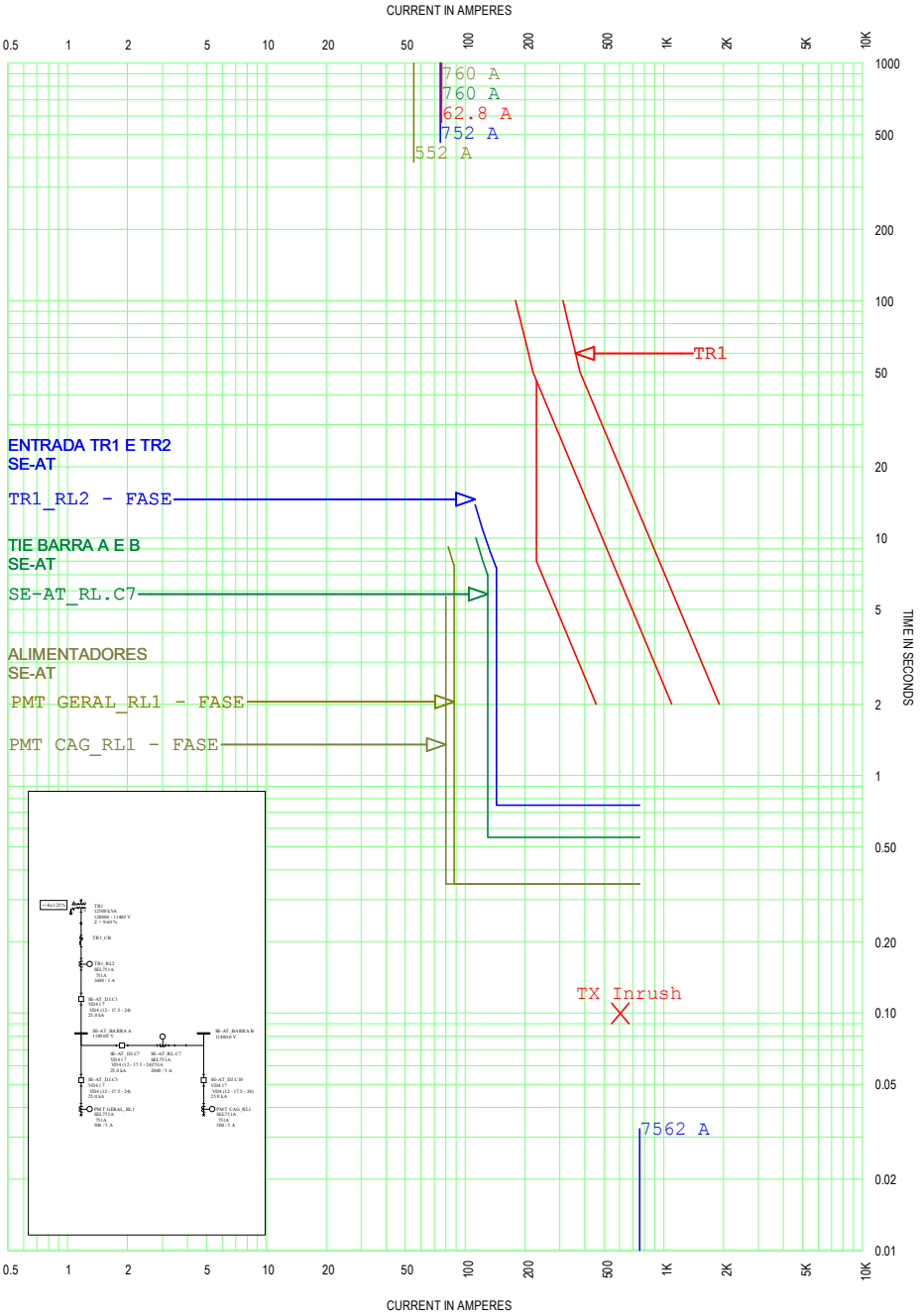
6.2. ENTRADA CPFL X ENTRADA SE-AT (NEUTRO)



Local: VS_ENTRADA_CPFL_ENTRADA_SE-AT_(T)
Tensão: 138000 V

Proteção de NEUTRO
Escala de Corrente x 10 (A)

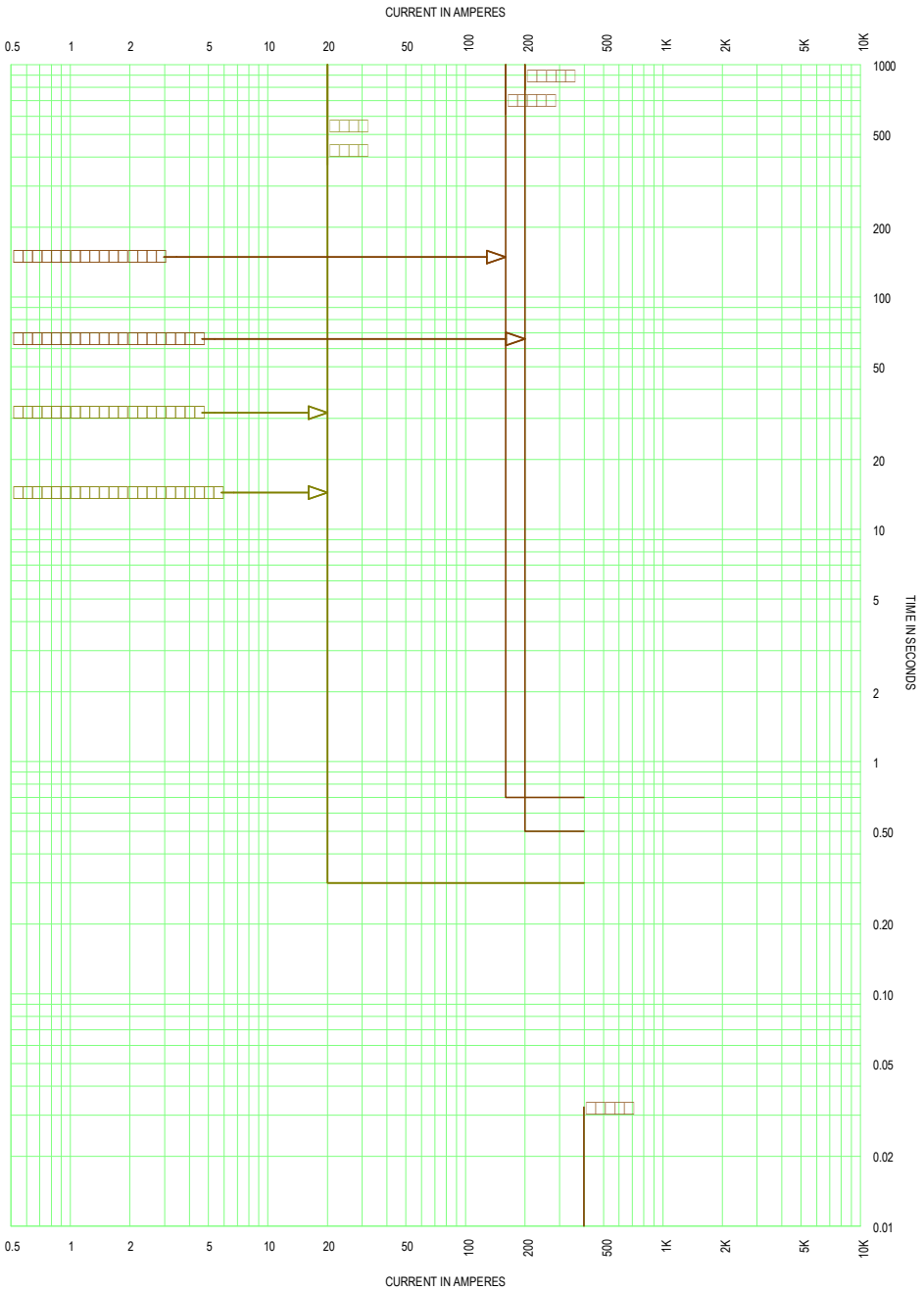
6.3. ENTRADA SE-AT X SAÍDAS (FASE)



Local: VS_ENTRADA_SE-AT_X_SAIDAS_(F)
Tensão: 11400 V

Proteção de FASE
Escala de Corrente x 10 (A)

6.4. ENTRADA SE-AT X SAÍDAS (NEUTRO)



Local: VS_ENTRADA_SE-AT_X_SAIDAS_(T)
Tensão: 11400 V

Proteção de NEUTRO
Escala de Corrente x 1 (A)

6.5. Tabela de ajuste do Relé da CPFL (ENTRADA)

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	DISJUNTOR			
	TC TP		300/150 – 1-1-1A 138 / √3 – 0.115 | 0.115 / √3 – 0.115 | 0.115 / √3kV	
	RELÉ DIGITAL	SEL-451 SEL ELET	In = 1A	
			CTRW - CT Ratio (1 - 50000)	300
			CTRX - CT Ratio (1 - 50000)	300
			PTRY - Phase VT Ratio (1 - 10000)	1200
			VNOMY - Nominal Voltage (60 - 300V)	115
			PTRZ - Phase VT Ratio (1 - 10000)	1200
			VNOMZ - Nominal Voltage (60 - 300V)	115
	50/67		50P1P OFF, (0.05–20) • INOM	0.8 (240A)
			67P1D Time Delay (0.00–266 seconds)	0.95 s
			67P1TC Torque Control (SELOGIC Equation)	1
			50P2P OFF, (0.05–20) • INOM	3.4 (1020A)
			67P2D Time Delay (0.00–266 seconds)	0.2 s
			67P2TC Torque Control (SELOGIC Equation)	1
			50P3P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
			67P3D Time Delay (0.00–266 seconds)	
			67P3TC Torque Control (SELOGIC Equation)	
			50P4P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
			67P4D Time Delay (0.00–266 seconds)	
			67P4TC Torque Control (SELOGIC Equation)	
	50G/67G		50G1P OFF, (0.05–20) • INOM	0.13 (40 A)
			67G1D Time Delay (0.00–266 seconds)	0.25
			67G1TC Torque Control (SELOGIC Equation)	1
			50G2P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
			67G2D Time Delay (0.00–266 seconds)	
			67G2TC Torque Control (SELOGIC Equation)	
			50G3P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
			67G3D Time Delay (0.00–266 seconds)	
			67G3TC Torque Control (SELOGIC Equation)	
			50G4P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
			67G4TC Time Delay (0.00–266 seconds)	
			67G4TC Torque Control (SELOGIC Equation)	

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50Q/67Q		50Q1P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
			67Q1D Time Delay (0.00–266 seconds)	
			67Q1TC Torque Control (SELOGIC Equation)	
			50Q2P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
			50Q3P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
			50Q4P OFF, (0.05–20) • INOM	OFF
	51S		51S1P O/C Pickup Element (0.05–3.2) • INOM	0.42 (126 A)
			51S1C Inv.Time O/C. Curve 1 (U1–U5;C1–C5)	C2
			51S1TD InvTime (0.50–15.00) US,(0.05–1.00)IEC	1
			51S1RS Inv.Time O/C. Electromac. Reset (Y, N)	N
			51S1TC[b] Torque Control (SELOGIC Equation)	1
			51S2P O/C Pickup Element (0.05–3.2) • INOM	OFF
			51S2C Inv.Time O/C. Curve 1 (U1–U5;C1–C5)	C2
			51S2TD InvTime (0.50–15.00) US,(0.05–1.00)IEC	0.69
			51S2RS Inv.Time O/C. Electromac. Reset (Y, N)	N
			51S2TC[b] Torque Control (SELOGIC Equation)	1
			51S3P O/C Pickup Element (0.05–3.2) • INOM	
			51S4P O/C Pickup Element (0.05–3.2) • INOM	
			51S5P O/C Pickup Element (0.05–3.2) • INOM	
			51S6P O/C Pickup Element (0.05–3.2) • INOM	
	27		27O1 U/V Operating Quantity	2
			27P1P1 U/V Level 1 PU (2.00–300)	60(ALARME)
			27TC1 U/V Torque Control (SELOGIC Eqn)	1
			27P1D1 U/V Level 1 Delay (0.00 – 266 seconds)	3
			27P1P2 U/V Level 2 PU (2.00–300)	55(TRIP)
			27TC2 U/V Torque Control (SELOGIC Eqn)	1
			27P1D2 U/V Level 2 Delay (0.00 – 266 seconds)	5
			27On U/V Element n Operating Quantity	OFF
			27PnP1 U/V Element n Level 1 PU (2.00–300)V	
			27TCn U/V Element Torque Control (SELOGIC Eqn)	
			27PnD1 U/V Element n Level 1 Delay (0.00 – 266 seconds)	
			27PnP2 U/V Element n Level 1 PU (2.00–300)V	

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	59		59On U/V Elemnt n Operating Quantity	2
			59PnP1 U/V Element n Level 1 PU (2.00–300)V	71 (Alarme)
			59TCn U/V Element n Torque Control (SELOGIC Eqn)	1
			59PnD1 U/V Element n Level 1 Delay (0.00 – 266 seconds)	3
			59PnP2 U/V Element n Level 1 PU (2.00–300)V	73 (Trip)
			59TCn U/V Element n Torque Control (SELOGIC Eqn)	1
			59PnD1 U/V Element n Level 1 Delay (0.00 – 266 seconds)	5
			59O2 U/V Operating Quantity	OFF
			59P2P1 U/V Level 1 PU (2.00–300)ª	
			59TC2 U/V Torque Control (SELOGIC Eqn)	
			59P2D1 U/V Level 1 Delay (0.00 – 266 seconds)	
			59P2P2 U/V Level 2 PU (2.00–300)ª	
			59O3 U/V Operating Quantity	
			59O4 U/V Operating Quantity	
			59O5 U/V Operating Quantity	
			59O6 U/V Operating Quantity	
	81		81UVSP 81 El. Under Volt Super (20–200V,sec)	OFF
			81D1P Level 1 Pickup (40.01–69.99 Hz)	
			81D1D Level 1 Time Delay (0.04–400 seconds)	
			81D2Pª Level 2 Pickup (40.01–69.99 Hz)	
			81D2Dª Level 2 Time Delay (0.04–400 seconds)	
			81D3Pª Level 3 Pickup (40.01–69.99 Hz)	
			81D3Dª Level 3 Time Delay (0.04–400 seconds)	
			81D4Pª Level 4 Pickup (40.01–69.99 Hz)	
			81D4Dª Level 4 Time Delay (0.04–400 seconds)	
			81D5Pª Level 5 Pickup (40.01–69.99 Hz)	
			81D5Dª Level 5 Time Delay (0.04–400 seconds)	
			81D6Pª Level 6 Pickup (40.01–69.99 Hz)	
			81D6Dª Level 6 Time Delay (0.04–400 seconds)	

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50BF		50FP1 Phase Fault Current Pickup—BK1 (0.50–50 A secondary) BFPU1 Breaker Failure Time Delay—BK1 (0.000–100 seconds) RTPU1 Retrip Time Delay—BK1 (0.000–100 seconds) BFI3P1 Three-Pole Breaker Fail. Init.—BK1(SELOGICEquation) BFIDO1 Breaker Fail Init. Drop. Delay—BK1 (0.0–16.67 sec) BFISP1 Breaker Fail Init. Seal-in Delay—BK1 (0.0–16.67 sec) ENCBF1 No Current/Residual Current Logic—BK1 (Y, N) 50RP1 Residual Current Pickup—BK1 (0.25–50 A secondary) NPU1 No Curr Breaker Failure Delay—BK1 (0.000–100 seconds) BFIN1 No Curr Breaker Fail Initiate—BK1 (SELOGICEquation) ELCBF1 Load Current Breaker Failure Logic—BK1 (Y, N) 50LP1 Phase Load Current Pickup—BK (0.25–50 A secondary) Load Pickup Time Delay—BK1 (0.000–100 seconds) BFILC1 Breaker Fail Load Curr Initiate—BK1(SELOGICEquation) EFOBF1 Flashover Breaker Failure Logic—BK1 (Y, N) 50FO1 Flashover Current Pickup—BK1 (0.25–50 A secondary) FOPU1 Flashover Time Delay—BK1 (0.000–100 seconds) BLKFOA1 Block A-Phase Flashover—BK1 (SELOGIC Equation) BLKFOB1 Block B-Phase Flashover—BK1 (SELOGIC Equation) BLKFOC1 Block C-Phase Flashover—BK1 (SELOGIC Equation) BFTR1 Breaker Failure Trip—BK1 (SELOGIC Equation) BFULTR1 Breaker Fail Unlatch Trip—BK1 (SELOGIC Equation)	OFF 0.2 0.83 NA 0.05 0.07 N N N
	SYNCP		SYNCP Synchronism Reference (VAY, VBY, VCY, VAZ, VBZ, VCZ) 25VL Voltage Window Low Threshold (20.0–200.0 V secondary) 25VH Voltage Window High Threshold (20.0–200.0 V secondary) 25VDIF[a] Synchronism Voltage Difference (5.0–200.0 V secondary) SYNCS1 Synchronism Source 1 (VAY, VBY, VCY, VAZ, VBZ, VCZ) KS1M Synchronism Source 1 Ratio Factor (0.10–3) KS1A Synchronism Source 1 Angle Shift (0, 30, 60, 90, 120,150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 degrees) 25SFBK1 Maximum Slip Frequency—BK1 (OFF, 0.005–0.5 Hz) ANG1BK1 Maximum Angle Difference 1—BK1 (3.0–80 degrees) ANG2BK1 Maximum Angle Difference 2—BK1 (3.0–80 degrees) TCLSBK1 Breaker 1 Close Time (0.016–0.5 seconds)[a] BSYNBK1 Block Synchronism Check—BK1 (SELOGIC Equation) SYNCS2 Synchronism Source 2 (VAY, VBY, VCY, VAZ, VBZ, VCZ) KS2M Synchronism Source 2 Ratio Factor (0.10–3) KS2A Synchronism Source 2 Angle Shift (0, 30, 60, 90, 120, 150,180, 210, 240, 270, 300, 330 degrees) ALTS2 Alternative Synchronism Source 2 (SELOGIC Equation) ASYNCS2 Alternative Synchronism Source 2(VAY, VBY, VCY, VAZ, VBZ, VCZ) AKS2M Alternative Synchronism Source 2 Ratio Factor (0.10–3) AKS2A Alternative Synchronism Source 2 Angle Shift (0, 30, 60, 90,120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 degrees) 25SFBK2 Maximum Slip Frequency—BK2 (OFF, 0.005–0.5 Hz) ANG1BK2 Maximum Angle Difference 1—BK2(3.0–80 degrees) ANG2BK2 Maximum Angle Difference 2—BK2 (3.0–80 degrees) TCLSBK2 Breaker 2 Close Time (1.00–30 cycles)a BSYNBK2 Block Synchronism Check—BK2 (SELOGIC Equation)	

6.6. Tabela de Ajustes do Relé do Primário do TR1 e TR2

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	DISJUNTOR			
	TC TP	Primário	300/150 - 1A 138/√3 – 0.115 kV	
	TC TC-GS TP	Secundário	1000 - 1A 400/200 - 1A 11.4 – 0.115 kV	
	RELÉ DIGITAL	SEL-787 SEL ELET	In = 1A CTR1 - PHASE CT RATIO (1-5000) CTR2 - PHASE CT RATIO (1-5000) MVA - OFF, 0.2–5000.0 MVA ICOM, Y, N W1CTC, 0, 1, … 12 W2CTC, 0, 1, … 12 VWDG1, 0.20–1000.00 kV VWDG2, 0.20–1000.00 kV CTRN1 - NEUTRAL CT RATIO (1-50000) PTR - PHASE PT RATIO (1-10000) VNOM - NOMINAL VOLTAGE 0.20–10000.00 kV DELTA_Y, DELTA, WYE VIWDG, 1, 2 COMPANG, 0–360 Deg SINGLEV, Y, N	 300 1000 15 Y 0 1 138.00 11.4 200 100 11.4 DELTA 2 0 N
	50 W1		50P11P, 0.10–19.20 A 50P11D, 0.00–5.00 sec 50P11TC, SELOGIC 50P12P, 0.10–19.20 A 50P12D, 0.00–5.00 sec 50P12TC, SELOGIC 50Pn3P, 0.10–19.20 50Pn3D, 0.00–5.00 sec 50Pn3TC, SELOGIC 50Pn4P, 0.10–19.20 A 50Pn4D, 0.00–5.00 sec 50Pn4TC, SELOGIC	0.43 (129A) 0.95s 1 3.4 (1020A) 0.001s 1 OFF 0.00 1 OFF 0.00 1
	50 W2		50P21P, 0.10–19.20 A 50P21D, 0.00–5.00 sec 50P21TC, SELOGIC 50P22P, 0.10–19.20 A 50P22D, 0.00–5.00 sec 50P22TC, SELOGIC 50Pn3P, 0.10–19.20 50Pn3D, 0.00–5.00 sec 50Pn3TC, SELOGIC 50Pn4P, 0.10–19.20 A 50Pn4D, 0.00–5.00 sec 50Pn4TC, SELOGIC	1.44 (1440A) 0.75s 1 OFF 0.00 1 OFF 0.00 1 OFF 0.00 1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50G		50Gn1P, 0.10–19.20 A	0.13 (39A)
			50Gn1D, 0.00–5.00 sec	0.05s
			50Gn1TC, SELOGIC	1
			50Gn2P, 0.10–19.20 A	OFF
			50Gn2D, 0.00–5.00 sec	0.50
			50Gn2TC, SELOGIC	1
	50Q		50Q1P, 0.10–19.20 A	OFF
			50Q1D, 0.10–120.00 sec	0.20
			50Q1TC, SELOGIC	1
			50Q2P, 0.10–19.20 A	OFF
			50Q2D, 0.10–120.00 sec	0.20
			50Q2TC, SELOGIC	1
	50N(IOC)		50N11P, 0.10–19.20 A	0.1 (20A)
			50N11D, 0.00–5.00 sec	0.7s
			50N11TC, SELOGIC	1
			50N12P, 0.10–19.20 A	OFF
			50N12D, 0.00–5.00 sec	0.50
			50N12TC, SELOGIC	1
	51 FASE A,B e C		51PnAP, 0.10–3.20 A	OFF
			51PnAC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51PnATD, 0.50–15.00=U, 0.05–1.00=C	3.00
			51PnARS, Y, N	N
			51PnACT, 0.00–1.00 sec	0.00
			51PnAMR, 0.00–1.00 sec	0.00
			51PnATC, SELOGIC	1
			51PnBP, 0.10–3.20 A	OFF
			51PnBC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51PnBTD, 0.50–15.00=U, 0.05–1.00=C	3.00
			51PnBRS, Y, N	N
			51PnBCT, 0.00–1.00 sec	0.00
			51PnBMR, 0.00–1.00 sec	0.00
			51PnBTC, SELOGIC	1
			51PnCP, 0.10–3.20 A	OFF
			51PnCC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51PnCTD, 0.50–15.00=U, 0.05–1.00=C	1.50
			51PnCRS, Y, N	N
			51PnCCT, 0.00–1.00 sec	0.00
			51PnCMR, 0.00–1.00 sec	0.00
			51PnCTC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	51 W1		51P1P, 0.10–3.20 A	0.21 (63A)
			51P1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	C2
			51P1TD, 0.50–15.00=U, 0.05–1.00=C	0.67
			51P1RS, Y, N	N
			51P1CT, 0.00–1.00 sec	0.00
			51P1MR, 0.00–1.00 sec	0.00
			51P1TC, SELOGIC	1
	51 W2		51P2P, 0.10–3.20 A	0.76 (760A)
			51P2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	C2
			51P2TD, 0.50–15.00=U, 0.05–1.00=C	0.51
			51P2RS, Y, N	N
			51P2CT, 0.00–1.00 sec	0.00
			51P2MR, 0.00–1.00 sec	0.00
			51P2TC, SELOGIC	1
	51Q		51QnP, 0.10–3.20 A	OFF
			51QnC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51QnTD, 0.50–15.00=U, 0.05–1.00=C	3
			51QnRS, Y, N	N
			51QnCT, 0.00–1.00 sec	0.00
			51QnMR, 0.00–1.00 sec	0.00
			51QnTC, SELOGIC	1
	51G		51GnP, 0.10–3.20 A	OFF
			51GnC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51GnTD, 0.50–15.00=U, 0.05–1.00=C	1.50
			51GnRS, Y, N	N
			51GnCT, 0.00–1.00 sec	0.00
			51GnMR, 0.00–1.00 sec	0.00
			51GnTC, SELOGIC	1
	51N (TOC)		51N1P, 0.10–3.20 A	OFF
			51N1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N1TD, 0.50–15.00=U, 0.05–1.00=C	1.50
			51N1RS, Y, N	N
			51N1CT, 0.00–1.00 sec	0.00
			51N1MR, 0.00–1.00 sec	0.00
			51N1TC, SELOGIC	1
	27		27P1P, OFF, 12.5–300.0 V	OFF
			27P1D, 0.0–120.0 sec	0.5
			27P2P, OFF, 12.5–300.0 V	OFF
			27P2D, 0.0–120.0 sec	5.0
	REF		REF1POL, OFF, 1, 2, 12	2
			REF1TC (SELogic)	1
			50REF1P, 0.05-3.00	0.25
			REF52BYP, Y ,N	Y

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	59		59P1P, OFF, 12.5–300.0 V	OFF
			59P1D, 0.0–120.0 sec	0.5
			59P2P, OFF, 12.5–300.0 V	OFF
			59P2D, 0.0–120.0 sec	5.0
			59Q1P, OFF, 12.5–300.0 V	OFF
			59Q1D, 0.0–120.0 sec	0.5
			59Q2P, OFF, 12.5–300.0 V	OFF
			59Q2D, 0.0–120.0 sec	5.0
	24		E24, Y, N	OFF
			24WDG, DELTA, WYE	WYE
			24D1P, 100–200 %	105
			24D1D, 0.04–400.00 sec	1.00
			24CCS, OFF, DD, ID, I, U	ID
			24IP, 100–200 %	105
			24IC, 0.5, 1.0, 2.0	2.0
			24ITD, 0.1–10.0 sec	0.1
			24D2P2, 101–200 %	176
			24D2D2, 0.04–400.00 s	3.00
			24CR, 0.00–400.00 s	240
			24TC, SELOGIC	1
	81		81D1TP, OFF, 20.0–70.0 Hz	OFF
			81D1TD, 0.0–240.0 sec	1.0
			81D2TP, OFF, 20.0–70.0 Hz	OFF
			81D2TD, 0.0–240.0 sec	1.0
			81D3TP, OFF, 20.0–70.0 Hz	OFF
			81D3TD, 0.0–240.0 sec	1.0
			81D4TP, OFF, 20.0–70.0 Hz	OFF
			81D4TD, 0.0–240.0 sec	1.0
	87		TAP1, 0.10-6.20 A	0.21
			TAP2, 0.10-6.20 A	0.76
			O87P, 0.10–1.00 TAP	0.48
			87AP, OFF, 0.05–1.00 TAP	0.15
			87AD, 1.0–120.0 sec	5.0
			SLP1, 5–90 %	35
			SLP2, 5–90 %	60
			IRS1, 1.0–20.0 TAP	6.0
			U87P, 1.0–20.0 TAP	10.0
			PCT2, OFF, 5–100 %	15
			PCT4, OFF, 5–100 %	15
			PCT5, OFF, 5–100 %	35
			TH5P, OFF, 0.02–3.20 TAP	OFF
			TH5D, 0.0–120.0 sec	1.0
			HRSTR, Y, N	Y
			HBLK, Y, N	N

6.7. Tabela de Ajustes do Relé de Entrada do Painél SE-AT

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	DISJUNTOR			
	TC TP		1600 – 1A 11.4 - 0,115 kV	
	RELÉ DIGITAL	SEL-751A SEL ELET	In = 1A CTR - PHASE CT RATIO (1-5000) CTRN - NEUTRAL CT RATIO (1-5000) IG_SRC - IG SOURCE (MEAS, CALC) CTRG - RESIDU CT RATIO (1-5000) PTR - PHASE PT RATIO (1-10000) PTRS - SYNCV PT RATIO (1-10000) DELTA_Y - XFMR CONNECTION (WYE, DELTA) VNOM - LINE VOLTAGE (OFF, 20.00–250.00 V) SINGLEV - SINGLE V INPUT (Y,N)	 1600 1600 CALC 1600 100 100 DELTA 115 N
	50		50P1P OFF, 0.1–20.00 A 50P1D, 0.00–5.00 seg 50P1TC, SELOGIC 50P2P OFF, 0.1–20.00 A 50P2D, 0.00–5.00 seg 50P2TC, SELOGIC 50P3P OFF, 0.1–20.00 A 50P3D, 0.00–5.00 seg 50P3TC, SELOGIC 50P4P OFF, 0.1–20.00 A 50P4D, 0.00–5.00 seg 50P4TC, SELOGIC	0.9 (1440A) 0.75s 1 OFF OFF OFF
	50N		50N1P OFF, 0.1–20.00 A 50N1D, 0.00–5.00 seg 50N1TC, SELOGIC 50N2P OFF, 0.1–20.00 A 50N2D, 0.00–5.00 seg 50N2TC, SELOGIC 50N3P OFF, 0.1–20.00 A 50N3D, 0.00–5.00 seg 50N3TC, SELOGIC 50N4P OFF, 0.1–20.00 A 50N4D, 0.00–5.00 seg 50N4TC, SELOGIC	OFF 0.50 1 OFF 0.50 1 OFF 0.50 1 OFF 0.50 1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50G		50G1P, OFF, 0.1–20.00 A	0.1 (160A)
			50G1D, 0.00–5.00 seg	0.7
			50G1TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.1–20.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.1–20.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.1–20.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
	50Q		50Q1P, OFF, 0.1–20.00 A	OFF
			50Q1D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q1TC, SELOGIC	1
			50Q2P, OFF, 0.1–20.00 A	OFF
			50Q2D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q2TC, SELOGIC	1
			50Q3P, OFF, 0.1–20.00 A	OFF
			50Q3D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q3TC, SELOGIC	1
			50Q3P, OFF, 0.1–20.00 A	OFF
			50Q3D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q3TC, SELOGIC	1
	51 FASE A,B,C		51AP, OFF, 0.1–3.2 A	OFF
			51AC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51ATD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51ARS, Y, N	N
			51ACT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51AMR, 0.00–1.00	0.00
			51ATC, SELOGIC	1
			51BP, OFF, , 0.1–3.2 A	OFF
			51BC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51BTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51BRS, Y, N	N
			51BCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51BMR, 0.00–1.00	0.00
			51BTC, SELOGIC	1
			51CP, OFF, , 0.1–3.2 A	OFF
			51CC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51CTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51CRS, Y, N	N
			51CCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51CMR, 0.00–1.00	0.00
			51CTC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	51		51P1P, OFF, , 0.1–3.2 A	0.47 (752A)
			51P1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	C2
			51P1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	0.51
			51P1RS, Y, N	N
			51P1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51P1MR, 0.00–1.00	0.00
			51P1TC, SELOGIC	1
			51P2P, OFF, 0.1–3.2 A	OFF
			51P2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51P2TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51P2RS, Y, N	N
			51P2CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51P2MR, 0.00–1.00	0.00
			51P2TC, SELOGIC	1
	51Q		51QP, OFF, 0.1–3.2 A	OFF
			51QC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51QTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51QRS, Y, N	N
			51QCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51QMR, 0.00–1.00	0.00
			51QTC, SELOGIC	1
	51N		51N1P, OFF, 0.1–3.2 A	OFF
			51N1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51N1RS, Y, N	N
			51N1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51N1MR, 0.00–1.00	0.00
			51N1TC, SELOGIC	1
			51N2P, OFF, 0.1–3.2 A	OFF
			51N2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N2TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51N2RS, Y, N	N
			51N2CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51N2MR, 0.00–1.00	0.00
			51N2TC, SELOGIC	1
	51G		51G1P, OFF, 0.1–3.2 A	OFF
			51G1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51G1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51G1RS, Y, N	N
			51G1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51G1MR, 0.00–1.00	0.00
			51G1TC, SELOGIC	1
			51G1P, OFF, 0.1–3.2 A	OFF
			51G1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51G1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51G1RS, Y, N	N
			51G1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51G1MR, 0.00–1.00	0.00
			51G1TC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	27		27P1P, OFF, 0.02–1.00 xVnm	0.9(ALARME)
			27P1D, 0.0–120.0 seg	3
			27P2P, OFF, 0.02–1.00 xVnm	0.85(TRIP)
			27P2D, 0.0–120.0 seg	5
			27S1P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			27S1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			27S2P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			27S2D, 0.0–120.0 seg	0.5
	59		59P1P, OFF, 0.02–1.20 xVnm	1.05(ALARME)
			59P1D, 0.0–120.0 seg	3
			59P2P, OFF, 0.02–1.20 xVnm	1.07(TRIP)
			59P2D, 0.0–120.0 seg	5.0
			59G1P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59G1D, 0.0-120.0 seg	0.5
			59G2P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59G2D, 0.0-120.0 seg	5.0
			59Q1P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59Q1D, 0.0-120.0 seg	0.5
			59Q2P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59Q2D, 0.0-120.0 seg	5.0
			59S1P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			59S1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			59S2P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			59S2D, 0.0–120.0 seg	0.5
	25		E25, Y, N	N
			25VLO, 0.00–300.00 V	105
			25VHI, 0.00–300.00 V	130
			25RCF, 0.50–2.00	1.00
			25SF, 0.05–0.50 Hz	0.20
			25ANG1, 0–80 deg	25
			25ANG2, 0–80 deg	40
			SYNCPH, VA, VB, VC, or 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 deg lag VA (WYE)	VA
			SYNCPH, VAB, VBC, VCA, or 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 deg lag VAB (DELTA)	VAB
			TCLOSD, OFF, 1-1000 ms	50
			BSYNCH, SV	52A
	55		55LGTP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55LDTP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55TD, 1–240 sec	1
			55LGAP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55LDAP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55AD, 1–240 sec	1
			55DLY, 0–5000	0

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	81		81D1TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D1TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D2TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D2TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D3TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D3TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D4TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D4TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D5TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D5TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D6TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D6TD, a 0.00–240.00 sec	1.00
	81R		E81R, OFF, 1–4	OFF
			81RVSUP, OFF, 0.1–1.3*Vnm	0.1*Vnm
			81RISUP, OFF, 0.1–2.0*I NOM	OFF
			81R1TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R1TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R1TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R1DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R2TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R2TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R2TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R2DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R3TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R3TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R3TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R3DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R4TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R4TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R4TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R4DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			E81RF, Y, N	N
			81RFDFP, 0.1–10.0 Hz	1.0
			81RFRP, 0.2–15.0 Hz/sec	2.5
			81RFPU, 0.10–1.00 sec	0.10
			81RFDO, 0.00–1.00 sec	0.10
			81RFVBLK, OFF, 2–300 V (DELTA)	OFF
			81RFVBLK, OFF, 2–520 V (WYE)	OFF
			81RFIBLK, OFF, 0.1–20 A • INOM	10 • INOM
			81RFBL, SELOGIC	0
			81RFBLDO, 0.02–5.00 sec	1.00

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50PAF, 50NAF		50PAFP, OFF, 0.50-100.00 A	OFF
			50NAFP, OFF, 0.50-100.00 A	OFF
	79		E79, OFF, 1–4 Shots	OFF
			79OI1, 0.00–3000.00 secs	5.00
			79OI2, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79OI3, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79OI4, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79RSD, 0.00–3000.00 secs	15
			79RSLD, 0.00–3000.00 secs	5.00
			79CLSD, OFF, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79RI, RECLOSE INITIATE, SV	TRIP
			79RIS, RCLS INIT SUPVSN, SV	52A OR 79CY
			79DTL, DRIVE-TO-LOCKOUT, SV	OC OR SV04T
			79DLS, DRIVE-TO-LSTSHOT, SV	79LO
			79SKP, SKIP SHOT, SV	0
			79STL, STALL OPN INTRVL, SV	TRIP
			79BRS, BLOCK RESET TMNG, SV	TRIP
			79SEQ, SEQ COORDINATION, SV	0
			79CLS, RCLS SUPERVISION, SV	1

6.8. Tabela de Ajustes do Relé TIE da SE-AT

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	DISJUNTOR			
	TC TP		2000 - 5A 11.4 – 0.115 kV	
	RELÉ DIGITAL	SEL-751A SEL ELET	In = 5A	
			CTR - PHASE CT RATIO (1-5000)	400
			CTRN - NEUTRAL CT RATIO (1-5000)	400
			IG_SRC - IG SOURCE (MEAS, CALC)	CALC
			CTRG - RESIDU CT RATIO (1-5000)	400
			PTR - PHASE PT RATIO (1-10000)	100
			PTRS - SYNCV PT RATIO (1-10000)	100
			DELTA_Y - XFMR CONNECTION (WYE, DELTA)	DELTA
			VNOM - LINE VOLTAGE (OFF, 20.00–250.00 V)	115
			SINGLEV - SINGLE V INPUT (Y,N)	N
	50		50P1P OFF, 0.5–100.00 A	3.25 (1300A)
			50P1D, 0.00–5.00 seg	0.55s
			50P1TC, SELOGIC	1
			50P2P OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50P2D, 0.00–5.00 seg	
			50P2TC, SELOGIC	
			50P3P OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50P3D, 0.00–5.00 seg	
			50P3TC, SELOGIC	
			50P4P OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50P4D, 0.00–5.00 seg	
			50P4TC, SELOGIC	
	50N		50N1P OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50N1D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50N1TC, SELOGIC	1
			50N2P OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50N2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50N2TC, SELOGIC	1
			50N3P OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50N3D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50N3TC, SELOGIC	1
			50N4P OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50N4D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50N4TC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50G		50G1P, OFF, 0.5–100.00 A	0.5 (200A)
			50G1D, 0.00–5.00 seg	0.5
			50G1TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
	50Q		50Q1P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q1D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q1TC, SELOGIC	1
			50Q2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q2D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q2TC, SELOGIC	1
			50Q3P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q3D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q3TC, SELOGIC	1
			50Q3P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q3D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q3TC, SELOGIC	1
	51		51AP, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51AC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51ATD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51ARS, Y, N	N
			51ACT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51AMR, 0.00–1.00	0.00
			51ATC, SELOGIC	1
			51BP, OFF, , 0.5–16.00 A	OFF
			51BC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51BTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51BRS, Y, N	N
			51BCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51BMR, 0.00–1.00	0.00
			51BTC, SELOGIC	1
			51CP, OFF, , 0.5–16.00 A	OFF
			51CC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51CTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51CRS, Y, N	N
			51CCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51CMR, 0.00–1.00	0.00
			51CTC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	51		51P1P, OFF, 0.5–16.00 A	1.9 (760A)
			51P1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	C2
			51P1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	0.37
			51P1RS, Y, N	N
			51P1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51P1MR, 0.00–1.00	0.00
			51P1TC, SELOGIC	1
			51P2P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51P2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51P2TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51P2RS, Y, N	N
			51P2CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51P2MR, 0.00–1.00	0.00
			51P2TC, SELOGIC	1
	51Q		51QP, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51QC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51QTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51QRS, Y, N	N
			51QCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51QMR, 0.00–1.00	0.00
			51QTC, SELOGIC	1
	51N		51N1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51N1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51N1RS, Y, N	N
			51N1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51N1MR, 0.00–1.00	0.00
			51N1TC, SELOGIC	1
			51N2P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51N2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N2TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51N2RS, Y, N	N
			51N2CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51N2MR, 0.00–1.00	0.00
			51N2TC, SELOGIC	1
	51G		51G1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51G1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51G1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51G1RS, Y, N	N
			51G1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51G1MR, 0.00–1.00	0.00
			51G1TC, SELOGIC	1
			51G1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51G1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51G1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51G1RS, Y, N	N
			51G1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51G1MR, 0.00–1.00	0.00
			51G1TC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	27		27P1P, OFF, 0.02–1.00 xVnm	0.9(ALARME)
			27P1D, 0.0–120.0 seg	3
			27P2P, OFF, 0.02–1.00 xVnm	0.7(TRIP)
			27P2D, 0.0–120.0 seg	5
			27S1P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			27S1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			27S2P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			27S2D, 0.0–120.0 seg	0.5
	59		59P1P, OFF, 0.02–1.20 xVnm	1.05(ALARME)
			59P1D, 0.0–120.0 seg	3
			59P2P, OFF, 0.02–1.20 xVnm	1.07(TRIP)
			59P2D, 0.0–120.0 seg	5.0
			59G1P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59G1D, 0.0-120.0 seg	0.5
			59G2P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59G2D, 0.0-120.0 seg	5.0
			59Q1P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59Q1D, 0.0-120.0 seg	0.5
			59Q2P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59Q2D, 0.0-120.0 seg	5.0
			59S1P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			59S1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			59S2P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			59S2D, 0.0–120.0 seg	0.5
	25		E25, Y, N	N
			25VLO, 0.00–300.00 V	105
			25VHI, 0.00–300.00 V	130
			25RCF, 0.50–2.00	1.00
			25SF, 0.05–0.50 Hz	0.20
			25ANG1, 0–80 deg	25
			25ANG2, 0–80 deg	40
			SYNCPH, VA, VB, VC, or 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 deg lag VA (WYE)	VA
			SYNCPH, VAB, VBC, VCA, or 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 deg lag VAB (DELTA)	VAB
			TCLOSD, OFF, 1-1000 ms	50
			BSYNCH, SV	52A
	55		55LGTP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55LDTP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55TD, 1–240 sec	1
			55LGAP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55LDAP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55AD, 1–240 sec	1
			55DLY, 0–5000	0

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	81		81D1TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D1TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D2TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D2TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D3TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D3TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D4TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D4TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D5TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D5TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D6TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D6TD, a 0.00–240.00 sec	1.00
	81R		E81R, OFF, 1–4	OFF
			81RVSUP, OFF, 0.1–1.3*Vnm	0.1*Vnm
			81RISUP, OFF, 0.1–2.0*I NOM	OFF
			81R1TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R1TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R1TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R1DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R2TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R2TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R2TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R2DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R3TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R3TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R3TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R3DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R4TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R4TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R4TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R4DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			E81RF, Y, N	N
			81RFDFP, 0.1–10.0 Hz	1.0
			81RFRP, 0.2–15.0 Hz/sec	2.5
			81RFPU, 0.10–1.00 sec	0.10
			81RFDO, 0.00–1.00 sec	0.10
			81RFVBLK, OFF, 2–300 V (DELTA)	OFF
			81RFVBLK, OFF, 2–520 V (WYE)	OFF
			81RFIBLK, OFF, 0.1–20 A • INOM	10 • INOM
			81RFBL, SELOGIC	0
			81RFBLDO, 0.02–5.00 sec	1.00

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50PAF, 50NAF		50PAFP, OFF, 0.50-100.00 A	OFF
			50NAFP, OFF, 0.50-100.00 A	OFF
	79		E79, OFF, 1–4 Shots	OFF
			79OI1, 0.00–3000.00 secs	5.00
			79OI2, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79OI3, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79OI4, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79RSD, 0.00–3000.00 secs	15
			79RSLD, 0.00–3000.00 secs	5.00
			79CLSD, OFF, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79RI, RECLOSE INITIATE, SV	TRIP
			79RIS, RCLS INIT SUPVSN, SV	52A OR 79CY
			79DTL, DRIVE-TO-LOCKOUT, SV	OC OR SV04T
			79DLS, DRIVE-TO-LSTSHOT, SV	79LO
			79SKP, SKIP SHOT, SV	0
			79STL, STALL OPN INTRVL, SV	TRIP
			79BRS, BLOCK RESET TMNG, SV	TRIP
			79SEQ, SEQ COORDINATION, SV	0
			79CLS, RCLS SUPERVISION, SV	1

6.9. Tabela de Ajustes do Relé PMT GERAL

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	DISJUNTOR			
	TC TCN TP		500/600 - 5A 50 – 5A 11.4 - 0,115 kV	
	RELÉ DIGITAL	SEL-751A SEL ELET	In = 5A	
			CTR - PHASE CT RATIO (1-5000) CTRN - NEUTRAL CT RATIO (1-5000) IG_SRC - IG SOURCE (MEAS, CALC) CTRG - RESIDU CT RATIO (1-5000)	120 10 MEAS 120
			PTR - PHASE PT RATIO (1-10000) PTRS - SYNCV PT RATIO (1-10000) DELTA_Y - XFMR CONNECTION (WYE, DELTA) VNOM - LINE VOLTAGE (OFF, 20.00–250.00 V) SINGLEV - SINGLE V INPUT (Y,N)	100 100 DELTA 115 N
	50		50P1P OFF, 0.5–100.00 A 50P1D, 0.00–5.00 seg 50P1TC, SELOGIC	7.33 (880A) 0.35s 1
			50P2P OFF, 0.5–100.00 A 50P2D, 0.00–5.00 seg 50P2TC, SELOGIC	OFF
			50P3P OFF, 0.5–100.00 A 50P3D, 0.00–5.00 seg 50P3TC, SELOGIC	OFF
			50P4P OFF, 0.5–100.00 A 50P4D, 0.00–5.00 seg 50P4TC, SELOGIC	OFF
	50N		50N1P OFF, 0.5–100.00 A 50N1D, 0.00–5.00 seg 50N1TC, SELOGIC	2 (20A) 0.3s 1
			50N2P OFF, 0.5–100.00 A 50N2D, 0.00–5.00 seg 50N2TC, SELOGIC	OFF 0.50 1
			50N3P OFF, 0.5–100.00 A 50N3D, 0.00–5.00 seg 50N3TC, SELOGIC	OFF 0.50 1
			50N4P OFF, 0.5–100.00 A 50N4D, 0.00–5.00 seg 50N4TC, SELOGIC	OFF 0.50 1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50G		50G1P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G1D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G1TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
	50Q		50Q1P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q1D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q1TC, SELOGIC	1
			50Q2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q2D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q2TC, SELOGIC	1
			50Q3P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q3D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q3TC, SELOGIC	1
			50Q3P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q3D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q3TC, SELOGIC	1
	51		51AP, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51AC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51ATD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51ARS, Y, N	N
			51ACT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51AMR, 0.00–1.00	0.00
			51ATC, SELOGIC	1
			51BP, OFF, , 0.5–16.00 A	OFF
			51BC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51BTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51BRS, Y, N	N
			51BCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51BMR, 0.00–1.00	0.00
			51BTC, SELOGIC	1
			51CP, OFF, , 0.5–16.00 A	OFF
			51CC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51CTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51CRS, Y, N	N
			51CCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51CMR, 0.00–1.00	0.00
			51CTC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	51		51P1P, OFF, 0.5–16.00 A	4.6 (552A)
			51P1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	C2
			51P1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	0.34
			51P1RS, Y, N	N
			51P1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51P1MR, 0.00–1.00	0.00
			51P1TC, SELOGIC	1
			51P2P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51P2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51P2TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51P2RS, Y, N	N
			51P2CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51P2MR, 0.00–1.00	0.00
			51P2TC, SELOGIC	1
	51Q		51QP, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51QC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51QTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51QRS, Y, N	N
			51QCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51QMR, 0.00–1.00	0.00
			51QTC, SELOGIC	1
	51N		51N1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51N1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51N1RS, Y, N	N
			51N1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51N1MR, 0.00–1.00	0.00
			51N1TC, SELOGIC	1
			51N2P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51N2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N2TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51N2RS, Y, N	N
			51N2CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51N2MR, 0.00–1.00	0.00
			51N2TC, SELOGIC	1
	51G		51G1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51G1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51G1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51G1RS, Y, N	N
			51G1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51G1MR, 0.00–1.00	0.00
			51G1TC, SELOGIC	1
			51G1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51G1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51G1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51G1RS, Y, N	N
			51G1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51G1MR, 0.00–1.00	0.00
			51G1TC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	27		27P1P, OFF, 0.02–1.00 xVnm	OFF
			27P1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			27P2P, OFF, 0.02–1.00 xVnm	OFF
			27P2D, 0.0–120.0 seg	5.0
			27S1P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			27S1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			27S2P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			27S2D, 0.0–120.0 seg	0.5
	59		59P1P, OFF, 0.02–1.20 xVnm	OFF
			59P1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			59P2P, OFF, 0.02–1.20 xVnm	OFF
			59P2D, 0.0–120.0 seg	5.0
			59G1P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59G1D, 0.0-120.0 seg	0.5
			59G2P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59G2D, 0.0-120.0 seg	5.0
			59Q1P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59Q1D, 0.0-120.0 seg	0.5
			59Q2P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59Q2D, 0.0-120.0 seg	5.0
			59S1P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			59S1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			59S2P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			59S2D, 0.0–120.0 seg	0.5
	25		E25, Y, N	N
			25VLO, 0.00–300.00 V	105
			25VHI, 0.00–300.00 V	130
			25RCF, 0.50–2.00	1.00
			25SF, 0.05–0.50 Hz	0.20
			25ANG1, 0–80 deg	25
			25ANG2, 0–80 deg	40
			SYNCPH, VA, VB, VC, or 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 deg lag VA (WYE)	VA
			SYNCPH, VAB, VBC, VCA, or 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 deg lag VAB (DELTA)	VAB
			TCLOSD, OFF, 1-1000 ms	50
			BSYNCH, SV	52A
	55		55LGTP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55LDTP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55TD, 1–240 sec	1
			55LGAP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55LDAP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55AD, 1–240 sec	1
			55DLY, 0–5000	0

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	81		81D1TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D1TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D2TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D2TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D3TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D3TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D4TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D4TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D5TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D5TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D6TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D6TD, a 0.00–240.00 sec	1.00
	81R		E81R, OFF, 1–4	OFF
			81RVSUP, OFF, 0.1–1.3*Vnm	0.1*Vnm
			81RISUP, OFF, 0.1–2.0*I NOM	OFF
			81R1TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R1TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R1TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R1DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R2TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R2TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R2TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R2DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R3TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R3TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R3TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R3DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R4TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R4TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R4TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R4DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			E81RF, Y, N	N
			81RFDFP, 0.1–10.0 Hz	1.0
			81RFRP, 0.2–15.0 Hz/sec	2.5
			81RFPU, 0.10–1.00 sec	0.10
			81RFDO, 0.00–1.00 sec	0.10
			81RFVBLK, OFF, 2–300 V (DELTA)	OFF
			81RFVBLK, OFF, 2–520 V (WYE)	OFF
			81RFIBLK, OFF, 0.1–20 A • INOM	10 • INOM
			81RFBL, SELOGIC	0
			81RFBLDO, 0.02–5.00 sec	1.00

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50PAF, 50NAF		50PAFP, OFF, 0.50-100.00 A	OFF
			50NAFP, OFF, 0.50-100.00 A	OFF
	79		E79, OFF, 1–4 Shots	OFF
			79OI1, 0.00–3000.00 secs	5.00
			79OI2, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79OI3, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79OI4, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79RSD, 0.00–3000.00 secs	15
			79RSLD, 0.00–3000.00 secs	5.00
			79CLSD, OFF, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79RI, RECLOSE INITIATE, SV	TRIP
			79RIS, RCLS INIT SUPVSN, SV	52A OR 79CY
			79DTL, DRIVE-TO-LOCKOUT, SV	OC OR SV04T
			79DLS, DRIVE-TO-LSTSHOT, SV	79LO
			79SKP, SKIP SHOT, SV	0
			79STL, STALL OPN INTRVL, SV	TRIP
			79BRS, BLOCK RESET TMNG, SV	TRIP
			79SEQ, SEQ COORDINATION, SV	0
			79CLS, RCLS SUPERVISION, SV	1

6.10. Tabela de Ajustes do Relé PMT CAG

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	DISJUNTOR			
	TC TCN TP		500/600 - 5A 50 - 5 11.4 - 0,115 kV	
	RELÉ DIGITAL	SEL-751A SEL ELET	In = 5A	
			CTR - PHASE CT RATIO (1-5000) CTRN - NEUTRAL CT RATIO (1-5000) IG_SRC - IG SOURCE (MEAS, CALC) CTRG - RESIDU CT RATIO (1-5000)	120 10 MEAS 120
			PTR - PHASE PT RATIO (1-10000) PTRS - SYNCV PT RATIO (1-10000) DELTA_Y - XFMR CONNECTION (WYE, DELTA) VNOM - LINE VOLTAGE (OFF, 20.00–250.00 V) SINGLEV - SINGLE V INPUT (Y,N)	100 100 DELTA 115 N
	50		50P1P OFF, 0.5–100.00 A 50P1D, 0.00–5.00 seg 50P1TC, SELOGIC	6.66 (800A) 0.35s 1
			50P2P OFF, 0.5–100.00 A 50P2D, 0.00–5.00 seg 50P2TC, SELOGIC	OFF
			50P3P OFF, 0.5–100.00 A 50P3D, 0.00–5.00 seg 50P3TC, SELOGIC	OFF
			50P4P OFF, 0.5–100.00 A 50P4D, 0.00–5.00 seg 50P4TC, SELOGIC	OFF
	50N		50N1P OFF, 0.5–100.00 A 50N1D, 0.00–5.00 seg 50N1TC, SELOGIC	2 (20A) 0.3s 1
			50N2P OFF, 0.5–100.00 A 50N2D, 0.00–5.00 seg 50N2TC, SELOGIC	OFF 0.50 1
			50N3P OFF, 0.5–100.00 A 50N3D, 0.00–5.00 seg 50N3TC, SELOGIC	OFF 0.50 1
			50N4P OFF, 0.5–100.00 A 50N4D, 0.00–5.00 seg 50N4TC, SELOGIC	OFF 0.50 1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50G		50G1P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G1D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G1TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
			50G2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50G2D, 0.00–5.00 seg	0.50
			50G2TC, SELOGIC	1
	50Q		50Q1P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q1D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q1TC, SELOGIC	1
			50Q2P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q2D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q2TC, SELOGIC	1
			50Q3P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q3D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q3TC, SELOGIC	1
			50Q3P, OFF, 0.5–100.00 A	OFF
			50Q3D, 0.1–120.0 seg	0.2
			50Q3TC, SELOGIC	1
	51		51AP, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51AC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51ATD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51ARS, Y, N	N
			51ACT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51AMR, 0.00–1.00	0.00
			51ATC, SELOGIC	1
			51BP, OFF, , 0.5–16.00 A	OFF
			51BC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51BTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51BRS, Y, N	N
			51BCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51BMR, 0.00–1.00	0.00
			51BTC, SELOGIC	1
			51CP, OFF, , 0.5–16.00 A	OFF
			51CC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51CTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51CRS, Y, N	N
			51CCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51CMR, 0.00–1.00	0.00
			51CTC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	51		51P1P, OFF, 0.5–16.00 A	6.33 (760A)
			51P1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	C2
			51P1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	0.21
			51P1RS, Y, N	N
			51P1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51P1MR, 0.00–1.00	0.00
			51P1TC, SELOGIC	1
			51P2P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51P2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51P2TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51P2RS, Y, N	N
			51P2CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51P2MR, 0.00–1.00	0.00
			51P2TC, SELOGIC	1
	51Q		51QP, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51QC, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51QTD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	3.00
			51QRS, Y, N	N
			51QCT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51QMR, 0.00–1.00	0.00
			51QTC, SELOGIC	1
	51N		51N1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51N1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51N1RS, Y, N	N
			51N1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51N1MR, 0.00–1.00	0.00
			51N1TC, SELOGIC	1
			51N2P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51N2C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51N2TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51N2RS, Y, N	N
			51N2CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51N2MR, 0.00–1.00	0.00
			51N2TC, SELOGIC	1
	51G		51G1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51G1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51G1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51G1RS, Y, N	N
			51G1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51G1MR, 0.00–1.00	0.00
			51G1TC, SELOGIC	1
			51G1P, OFF, 0.5–16.00 A	OFF
			51G1C, U1, U2, U3, U4, U5, C1, C2, C3, C4, C5	U3
			51G1TD, (0.50–15.00)U, (0.05–1.00)C	1.50
			51G1RS, Y, N	N
			51G1CT, 0.00–1.00 seg	0.00
			51G1MR, 0.00–1.00	0.00
			51G1TC, SELOGIC	1

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	27		27P1P, OFF, 0.02–1.00 xVnm	OFF
			27P1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			27P2P, OFF, 0.02–1.00 xVnm	OFF
			27P2D, 0.0–120.0 seg	5.0
			27S1P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			27S1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			27S2P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			27S2D, 0.0–120.0 seg	0.5
	59		59P1P, OFF, 0.02–1.20 xVnm	OFF
			59P1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			59P2P, OFF, 0.02–1.20 xVnm	OFF
			59P2D, 0.0–120.0 seg	5.0
			59G1P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59G1D, 0.0-120.0 seg	0.5
			59G2P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59G2D, 0.0-120.0 seg	5.0
			59Q1P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59Q1D, 0.0-120.0 seg	0.5
			59Q2P, OFF, 0.02-1.20 xVnm	OFF
			59Q2D, 0.0-120.0 seg	5.0
			59S1P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			59S1D, 0.0–120.0 seg	0.5
			59S2P, OFF, 2.00–300.00 V	OFF
			59S2D, 0.0–120.0 seg	0.5
	25		E25, Y, N	N
			25VLO, 0.00–300.00 V	105
			25VHI, 0.00–300.00 V	130
			25RCF, 0.50–2.00	1.00
			25SF, 0.05–0.50 Hz	0.20
			25ANG1, 0–80 deg	25
			25ANG2, 0–80 deg	40
			SYNCPH, VA, VB, VC, or 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 deg lag VA (WYE)	VA
			SYNCPH, VAB, VBC, VCA, or 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 deg lag VAB (DELTA)	VAB
			TCLOSD, OFF, 1-1000 ms	50
			BSYNCH, SV	52A
	55		55LGTP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55LDTP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55TD, 1–240 sec	1
			55LGAP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55LDAP, OFF, 0.05–0.99	OFF
			55AD, 1–240 sec	1
			55DLY, 0–5000	0

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	81		81D1TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D1TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D2TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D2TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D3TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D3TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D4TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D4TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D5TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D5TD, 0.00–240.00 sec	1.00
			81D6TP, OFF, 20.00–70.00 Hz	OFF
			81D6TD, a 0.00–240.00 sec	1.00
	81R		E81R, OFF, 1–4	OFF
			81RVSUP, OFF, 0.1–1.3*Vnm	0.1*Vnm
			81RISUP, OFF, 0.1–2.0*I NOM	OFF
			81R1TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R1TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R1TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R1DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R2TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R2TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R2TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R2DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R3TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R3TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R3TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R3DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			81R4TP, OFF, 0.10–15.00	OFF
			81R4TRND, INC, DEC, ABS	ABS
			81R4TD, 0.10–60.00 sec	1.00
			81R4DO, 0.00–60.00 sec	0.00
			E81RF, Y, N	N
			81RFDFP, 0.1–10.0 Hz	1.0
			81RFRP, 0.2–15.0 Hz/sec	2.5
			81RFPU, 0.10–1.00 sec	0.10
			81RFDO, 0.00–1.00 sec	0.10
			81RFVBLK, OFF, 2–300 V (DELTA)	OFF
			81RFVBLK, OFF, 2–520 V (WYE)	OFF
			81RFIBLK, OFF, 0.1–20 A • INOM	10 • INOM
			81RFBL, SELOGIC	0
			81RFBLDO, 0.02–5.00 sec	1.00

CIRCUITO	DISPOSITIVO	TIPO	DISPONIBILIDADE	AJUSTE
	50PAF, 50NAF		50PAFP, OFF, 0.50-100.00 A	OFF
			50NAFP, OFF, 0.50-100.00 A	OFF
	79		E79, OFF, 1–4 Shots	OFF
			79OI1, 0.00–3000.00 secs	5.00
			79OI2, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79OI3, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79OI4, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79RSD, 0.00–3000.00 secs	15
			79RSLD, 0.00–3000.00 secs	5.00
			79CLSD, OFF, 0.00–3000.00 secs	0.00
			79RI, RECLOSE INITIATE, SV	TRIP
			79RIS, RCLS INIT SUPVSN, SV	52A OR 79CY
			79DTL, DRIVE-TO-LOCKOUT, SV	OC OR SV04T
			79DLS, DRIVE-TO-LSTSHOT, SV	79LO
			79SKP, SKIP SHOT, SV	0
			79STL, STALL OPN INTRVL, SV	TRIP
			79BRS, BLOCK RESET TMNG, SV	TRIP
			79SEQ, SEQ COORDINATION, SV	0
			79CLS, RCLS SUPERVISION, SV	1

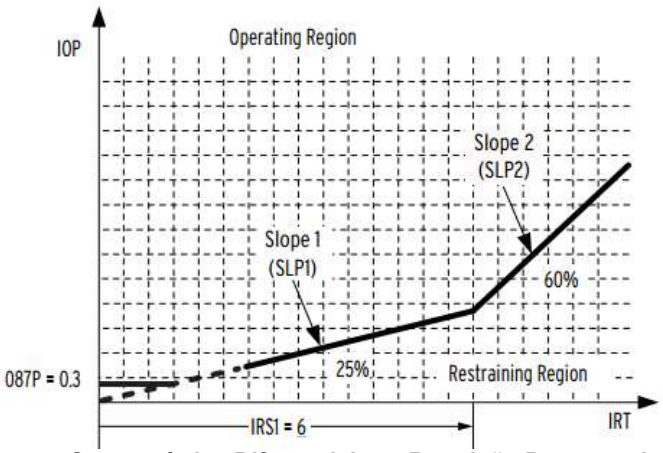
7. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES

7.1. Sistema de 138000 V

No item 6.1 é apresentado o coordenograma de fase do relé da CPFL (CPFL LA_RL) com o relé de entrada do sistema (TR1_RL1). Para o ajuste de pickup do relé TR1_RL1 foi considerado o máximo valor de corrente com ventilação forçada do transformador TR1 de 63A. O ajuste de pickup da função instantânea ficou = Icc''_{REF} x 1.1 = 1020A. Obs.: Os ajustes do relé do TR1 e TR2 são idênticos.

Para ajuste da função 87 do relé TR1_RL1 e TR2_RL2 (ENTRADA) adotou-se o seguinte calculo:

A seguir na figura é mostrada a característica de atuação da função diferencial:



Característica Diferencial por Restrição Percentual

Observa-se que há duas inclinações. Isso porque, para grandes correntes haverá maior erro nos TC's que alimentam a função diferencial. O segundo "slope" começa a valer a partir de 6 * Tap.

A função diferencial opera dentro do clássico princípio percentual, isto é:

Id = | I1 + I2 |

Irestrição = (|I1| + |I2|) / 2

Onde I1 e I2 são grandezas vetoriais das correntes dos TC's conectados ao relé.

Valor deve operar entre 0.1 e 0.3

A inclinação deve respeitar o defasamento angular do transformador

Existirá uma corrente diferencial circulando pela bobina de operação do relé durante o funcionamento normal do transformador ou quando de faltas externas à zona protegida, devido principalmente:

- Erros dos TC's. Para baixas correntes, o erro do TC de proteção pode estar na faixa de 1 a 2% e correntes altas 10%.
- Erro inerente do relé: valor máximo de 5%.
- Corrente de excitação dos TC's: 3%
- Efeito do comutador de taps sob carga.

Logo o ajuste do relé diferencial deve levar em conta esses erros, de maneira a evitar a atuação incorreta do relé durante o funcionamento normal do trafo ou quando de faltas externas à zona protegida.

Erro de comutação de taps:

Tensões nominais: 138000: $\sqrt{3}$ / 11400: $\sqrt{3}$ $\pm$ 8 x 1,25% V ➔ 20,00%

Erro máximo:

$$E\% = (1+e) - \frac{(1-e)}{(1+a)} = \frac{2*e+a+e*a}{1+a} * 100\ \%$$

Onde:

e = outros erros (10%)

a = erro de comutação (20,00%)

$$E\% = \frac{2*0{,}10 + 0{,}20 + 0{,}10*0{,}20}{1+0{,}20} * 100\ \% = 35\%$$

7.2. Sistema de 11400 V

Na folha do item 6.3 são apresentados os ajustes de fase dos relés da SE-AT: para o TIE de interligação entre as barras A e B relé SE-AT_RL.C7 (TIE) e entrada da SE-AT relé TR1_RL2 (ENTRADA).

Para o pickup do relé SE-AT_RL.C7 (TIE) foi assumido compromisso de seletividade no trecho de sobrecarga com o relé da maior saída PMT CAG_RL1 (ALIMENTADOR). Com ajuste de 760A.

O critério adotado para o pickup do relé TR1_RL2 (ENTRADA) foi proteger o transformador com ajuste no valor da máxima corrrente com ventilação forçada do transformador TR1 de 760A.

No item 6.4 para relés da SE-AT são apresentados os ajustes de neutro. Para o relé TR1_RL2 (ENTRADA) normalmente se ajusta o pickup em 10% do valor da corrente do resistor de aterramento que seria 40A, mas o ajuste mínimo disponível é de 160A. O mesmo critério é adotado para o relé SE-AT_RL.C7 (TIE), mas o ajuste mínimo disponível é de 200A. Por este motivo ocorreu descoordenação no pickup da função 50N entre estes relés.

Obs.: O relé do TR2_RL2 (ENTRADA) possui os mesmos ajustes do TR1_RL2 (ENTRADA).

Alimentador PMT-GERAL (SAIDA DA SE-AT)

No item 6.5 foi assumido o compromisso de seletividade no trecho entre o relé PMT-GERAL_RL1 com os dois a jusante PMT GERAL_RL.C2.1 e PMT GERAL_RL.2.3 por se tratar do mesmo trecho a ser protegido. O valor de pickup considerado foi 100% da somatória das saídas do PMT GERAL (552A).

Para o tempo definido das proteções acima foi assumido tempo de 350ms.

Alimentador PMT-CAG (SAIDA DO SE-AT)

No item 6.6 foi assumido o compromisso de seletividade no trecho de sobrecarga entre o relé PMT-CAG_RL1 com os dois a jusante PMT CAG_RL.C1.1 e PMT CAG_RL.1.3 por se tratar do mesmo trecho a ser protegido. O valor de pickup considerado foi 100% da somatória das saídas do PMT CAG (760A).

Para o tempo definido das proteções acima foi assumido tempo de 350ms.

Análise de Saturação e Relação dos TC`s

TAG Relé	Tipo Relé	Primário			Secundário			Relação Escolhida		
		Fase	Neutro	Terra	Fase	Neutro	Terra	Fase	Neutro	Terra
CPFL LA_RL	SEL 451	300-150	300-150		1	1		300/1	300/1	
CPFL LB_RL	SEL 451	300-150	300-150		1	1		300/1	300/1	
TR1_RL1	SEL 787	300-150	300-150	400-200	1	1	1	300/1	300/1	200/1
TR2_RL1	SEL 787	300-150	300-150	400-200	1	1	1	300/1	300/1	200/1
TR1_RL2	SEL 751A	1000	1000		1	1		1000/1	1000/1	
TR2_RL2	SEL 751A	1000	1000		1	1		1000/1	1000/1	
SE-AT_RL.C7	SEL 751A	2000			5			2000/1		
PMT GERAL_RL1	SEL 751A	500-600			5			600/5		
PMT CAG_RL1	SEL 751A	500-600			5			600/5		

Modelo do Relè	Alimentador	In	Ip (nomTC)	Is	RTC	In<Ip	Cenário	Icc(3f)	X/R	Ztc	L-cabo (m)	Bitola (mm²)	Zcabonominal	Zcabo	Zrelé	Ztotal	Vsaturação	Saturação no CC - (SEL) Resultado <20	Limite Térmico	Classe de exatidão
SEL-451	CPFL LA_RL	63	300	1	300	Atende	2	17655	3.94	0.7282	50	4	5.52	0.552	0.130	1.410	82.99	3.97	Atende	OK	50VA 10P20
SEL-451	CPFL LB_RL	63	300	1	300	Atende	2	17643	3.93	0.728	50	4	5.52	0.552	0.130	1.410	82.93	3.95	Atende	OK	50VA 10P20
SEL-787	TR1_RL1	63	300	1	300	Atende	2	17655	3.94	0.7282	50	4	5.52	0.552	0.01	1.290	75.93	16.34	Atende	OK	10B200
SEL-787	TR2_RL1	63	300	1	300	Atende	2	17643	3.93	0.7282	50	4	5.52	0.552	0.010	1.290	75.88	16.29	Atende	OK	10B200
SEL-751A	TR1_RL2	760	1000	1	1000	Atende	2	21179.39	10.96	2.3662	5	4	5.52	0.055	0.01	2.431	51.50	0.83	Atende	OK	10B400
SEL-751A	TR2_RL2	760	1000	1	1000	Atende	2	21179.39	10.96	2.3662	5	4	5.52	0.055	0.010	2.431	51.50	0.83	Atende	OK	10B400
SEL-751A	SE-AT_RL.C7	760	2000	5	400	Atende	2	21179.39	10.96	0.9622	5	4	5.52	0.055	0.004	1.021	54.08	7.50	Atende	OK	10B100
SEL-751A	PMT GERAL_RL1	552	600	5	120	Atende	2	21179.39	10.96	0.307	5	4	5.52	0.055	0.004	0.366	64.63	13.88	Atende	OK	45VA 10P20
SEL-751A	PMT CAG_RL1	600	600	5	120	Atende	2	21179.39	10.96	0.307	5	4	5.52	0.055	0.004	0.366	64.63	13.88	Atende	OK	45VA 10P20