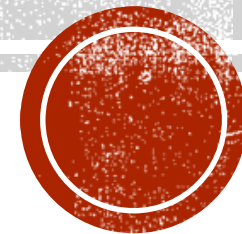


ESTUDO DE CASO:

OPERAÇÃO EM ANEL DOS ALIMENTADORES SMA03 E SMA04 DA SUBESTAÇÃO DE SÃO MATEUS

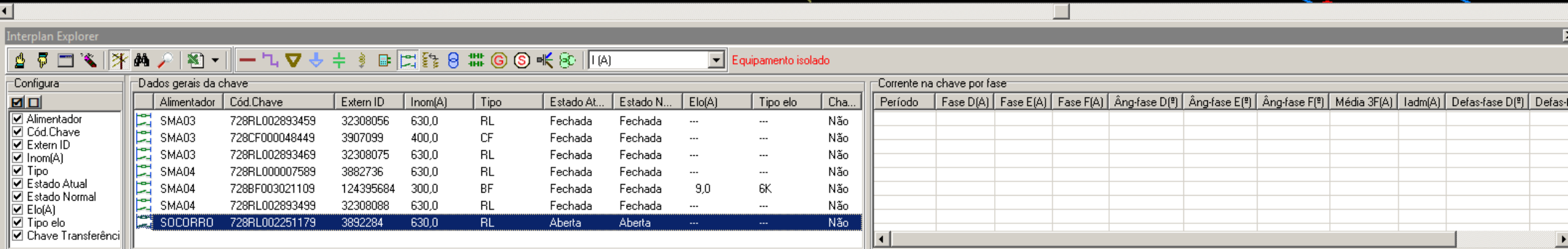


POR: FELIPE KÜSTER DE FREITAS

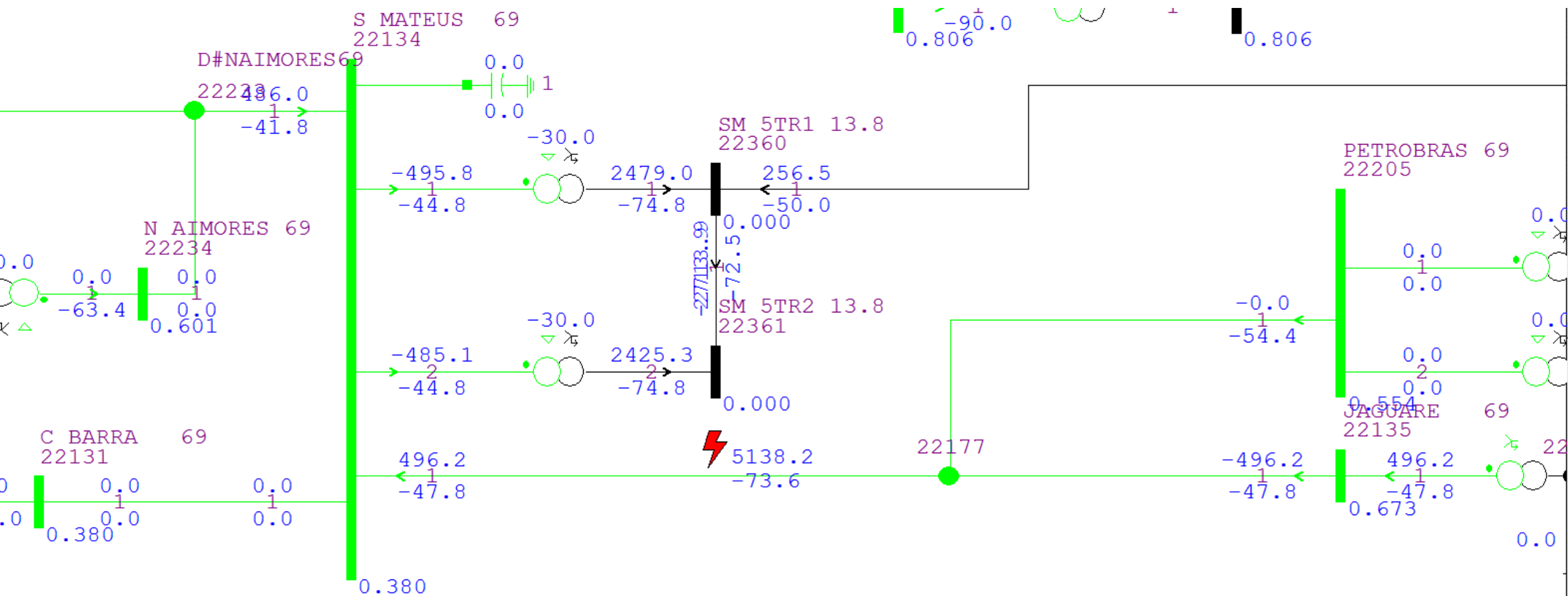
PROF.: CLAINER BRAVIN DONADEL











Representação da Barra de São Mateus no SAPRE (Cepel). Foi executado um cálculo de curto-circuito trifásico nas Barras de 13,8kV (5TR1 e 5TR2). Note que essas barras se ligam em paralelo.



RELATÓRIO DE CURTO-CIRCUITO - SAPRE

| IDENTIFICAÇÃO | | | TRIFASICO | | | MONOFASICO | | |
|---------------|----------------|-----------|-----------|---------|-----|------------|---------|------|
| NUM. | NOME | VBAS (kV) | MOD(kA) | ANG(gr) | X/R | MOD(kA) | ANG(gr) | X/R |
| 22361 | EQ. SM TR 13.8 | 13,8 | 5,14 | -73,63 | 3,4 | 6,47 | -76,26 | 4,09 |

| IDENTIFICAÇÃO | | Z1 | | Z0 | |
|---------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| NUM. | NOME | MOD(pu) | ANG(gr) | MOD(pu) | ANG(gr) |
| 22361 | EQ. SM TR 13.8 | 0,8143 | 73,63 | 0,3214 | 89,68 |



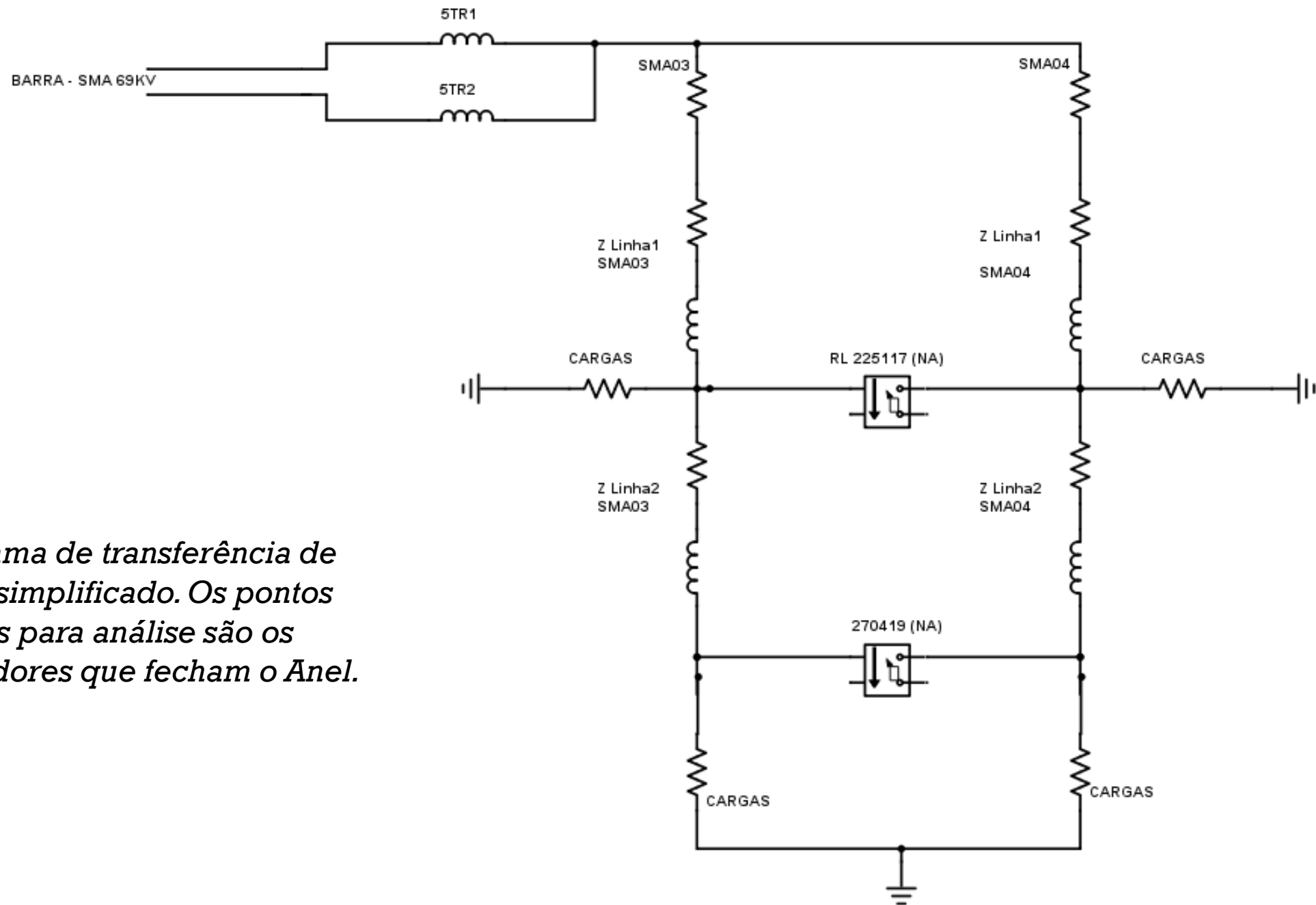
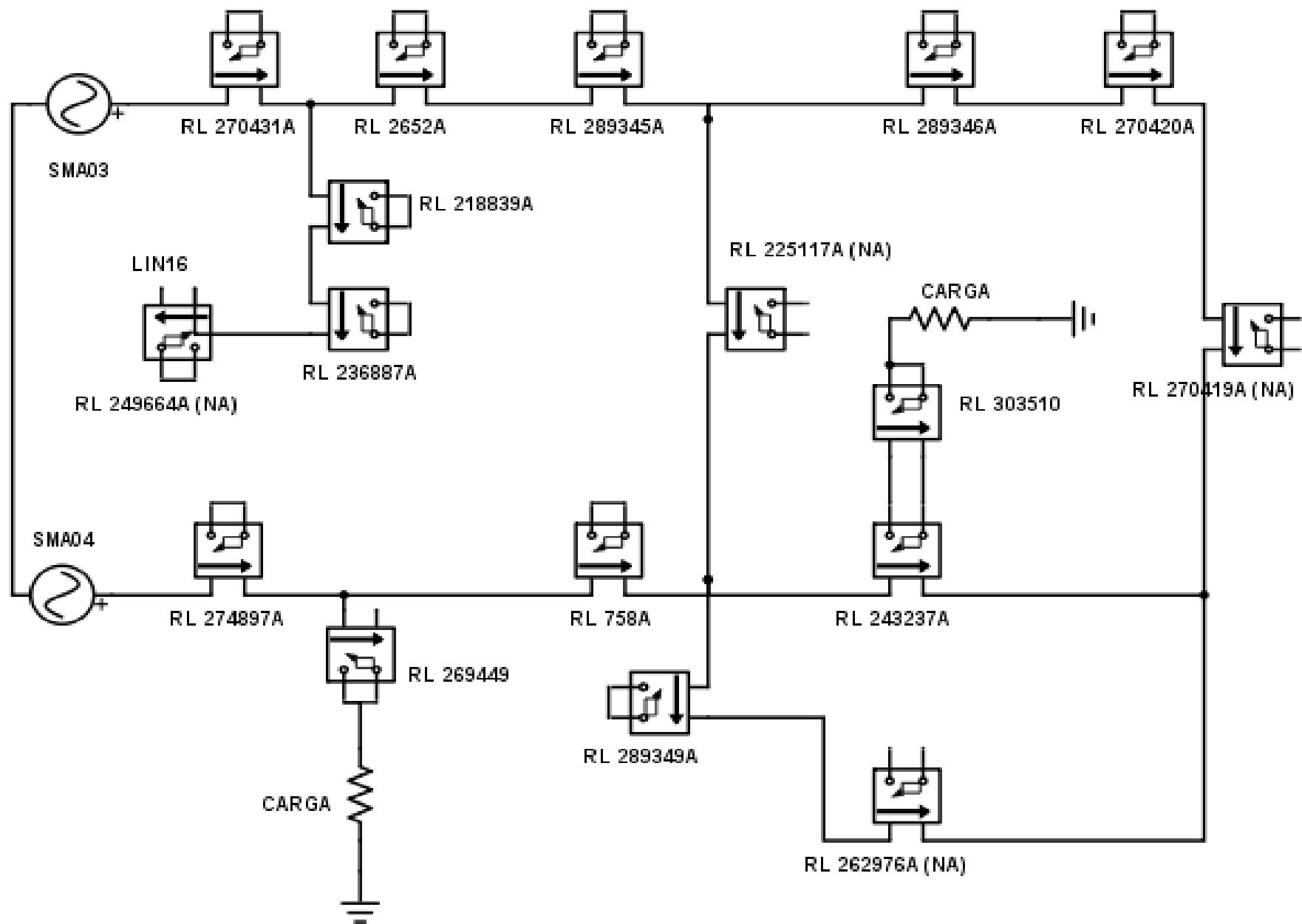


Diagrama de transferência de carga simplificado. Os pontos críticos para análise são os religadores que fecham o Anel.

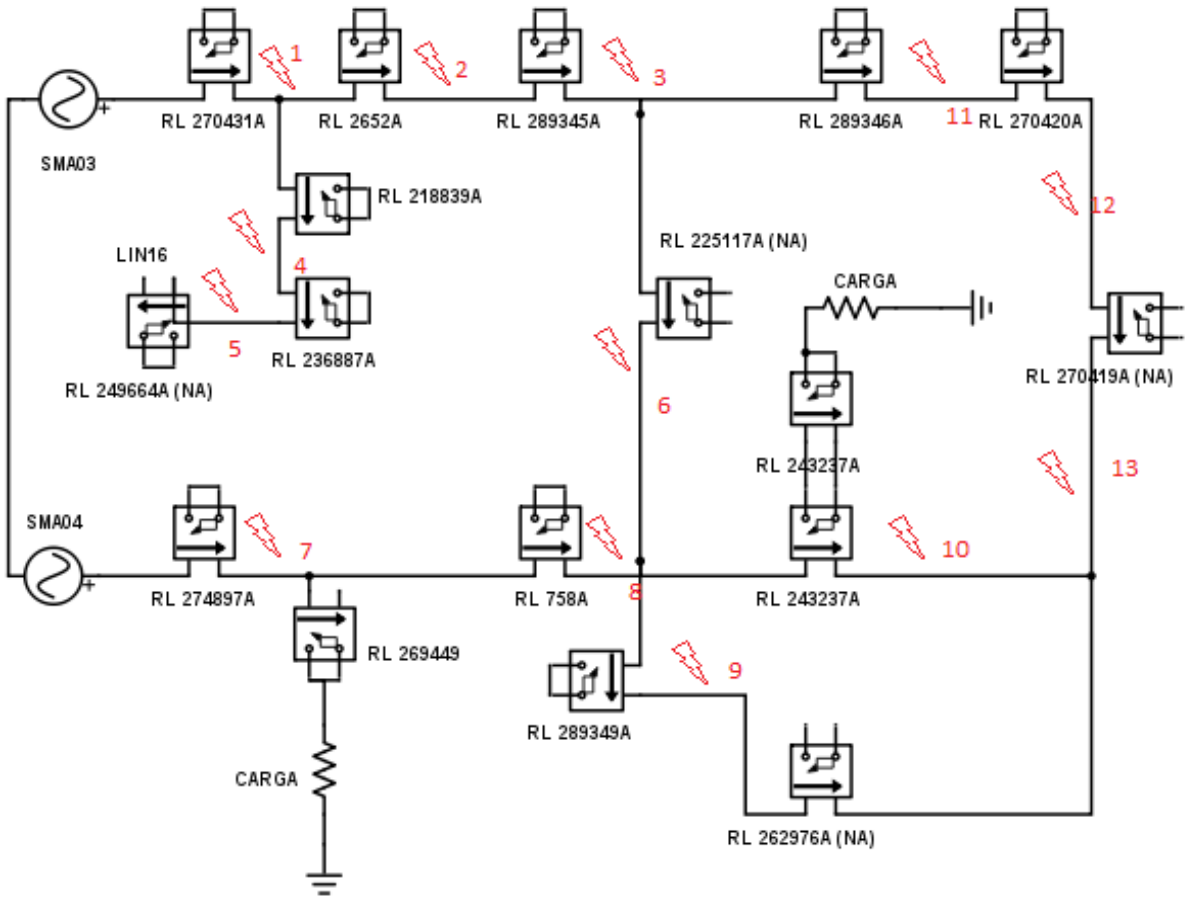




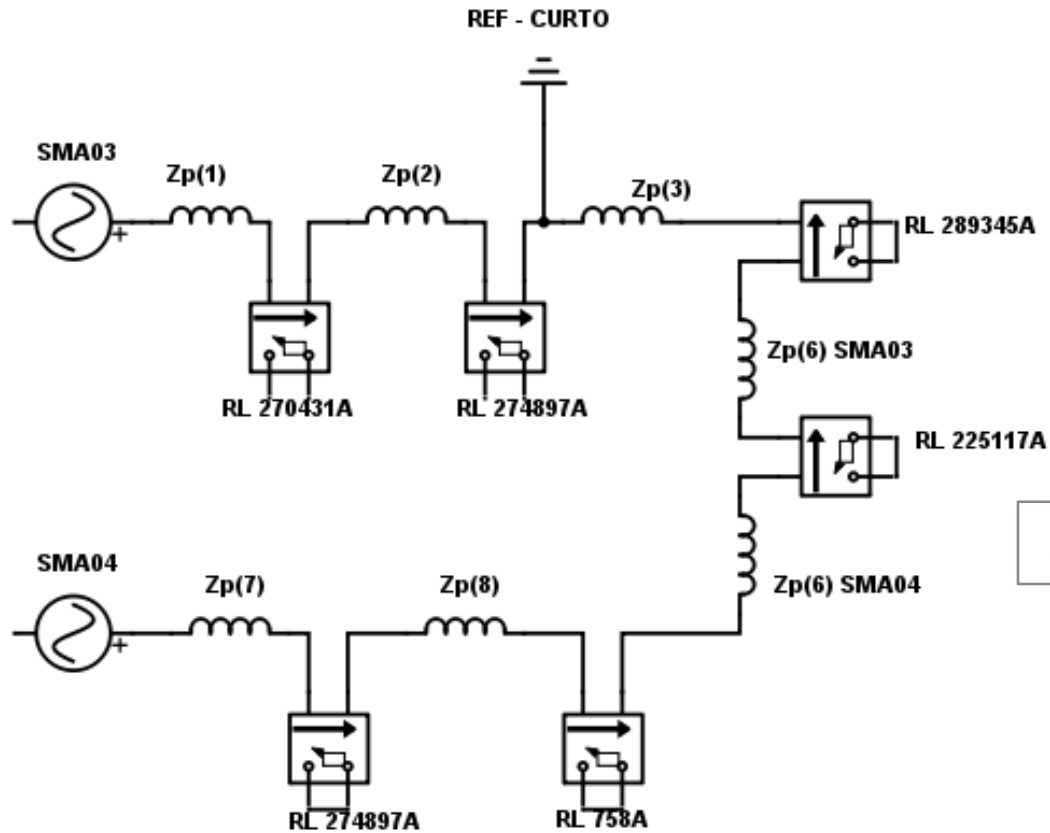
| Ponto | Z_0(mod) | Z_0(ang) | Z_1(mod) | Z_1(ang) | Icc (radi) | Icc3o (radi) |
|-------|----------|----------|----------|----------|------------|--------------|
| 1 | 5,32 | 73,72 | 2,82 | 71,03 | 2182 | 2829 |
| 2 | 11,75 | 69,82 | 5,59 | 63,3 | 1044 | 1424 |
| 3 | 21,41 | 62,13 | 7,36 | 61,43 | 661 | 1082 |
| 4 | 11,51 | 69,78 | 5,52 | 63,28 | 1062 | 1444 |
| 5 | 55,13 | 65,97 | 20,57 | 50,18 | 251 | 387 |
| 6 | 21,67 | 62,25 | 7,44 | 61,46 | 654 | 1071 |
| 7 | 7,89 | 73,06 | 3,59 | 69,53 | 1587 | 2221 |
| 8 | 11,75 | 69,82 | 5,59 | 63,3 | 1044 | 1424 |
| 9 | 22,21 | 62,94 | 6,58 | 64,33 | 676 | 1211 |
| 10 | 22,59 | 63,06 | 6,69 | 64,32 | 665 | 1191 |
| 11 | 21,61 | 62,22 | 7,42 | 61,45 | 656 | 1073 |
| 12 | 24,67 | 63,45 | 8,34 | 61,67 | 578 | 955 |
| 13 | 29,5 | 63,81 | 9,98 | 59,57 | 483 | 798 |

| IDENTIFICAÇÃO | | Z1 | | Z0 | |
|---------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| NUM. | NOME | MOD(pu) | ANG(gr) | MOD(pu) | ANG(gr) |
| 22361 | EQ. SM TR 13.8 | 0,8143 | 73,63 | 0,3214 | 89,68 |

| NUM. | NOME | VBAS (kV) | MOD(kA) | ANG(gr) | X/R | MOD(kA) | ANG(gr) | X/R |
|-------|----------------|-----------|---------|---------|-----|---------|---------|------|
| 22361 | EQ. SM TR 13.8 | 13,8 | 5,14 | -73,63 | 3,4 | 6,47 | -76,26 | 4,09 |



CURTO-CIRCUITO PONTO 2



$$Z_{eq} = Z_f + (Z_1 + Z_2) // (Z_7 + Z_8 + Z_{6(SMA04)} + Z_{6(SMA03)} + Z_3)$$



$$Z_{eq} = Z_f + (Z_1 + Z_2) // (Z_7 + Z_8 + Z_{6(SMA04)} + Z_{6(SMA03)} + Z_3)$$

Do relatório gerado no SAPRE, a impedância equivalente de todas as fontes é:

$$Z_{1f} = 0,814 < 73,63^\circ pu$$

$$Z_{0f} = 0,3214 < 89.68^\circ pu$$

Calculando as impedâncias equivalentes de cada trecho:

$$Z_{1p(1)} = Z_{11} - Z_{1f} = 0,667 < 67,86^\circ pu$$

$$Z_{0p(1)} = Z_{01} - Z_{0f} = 2,486 < 71,68^\circ pu$$

$$Z_{1p(2)} = Z_{12} - Z_{1p(1)} = 2,270 < 61,96^\circ pu$$

$$Z_{0p(2)} = Z_{02} - Z_{0p(1)} = 3,681 < 68,57^\circ pu$$

$$Z_{1p(3)} = Z_{13} - Z_{1p(2)} = 1,594 < 60,68^\circ pu$$

$$Z_{0p(3)} = Z_{03} - Z_{0p(2)} = 7,560 < 70,37^\circ pu$$

$$Z_{1p(6)SMA03} = Z_{16SMA03} - Z_{1p(3)} = 2,312 < 62^\circ pu$$

$$Z_{0p(6)SMA03} = Z_{06SMA03} - Z_{0p(3)} = 4,032 < 46,89^\circ pu$$

$$Z_{1p(7)} = Z_{17} - Z_{1f} = 1,074 < 66,43^\circ pu$$

$$Z_{0p(7)} = Z_{07} - Z_{0f} = 3,836 < 71,68^\circ pu$$

$$Z_{1p(8)} = Z_{18} - Z_{1p(7)} = 1,863 < 61,50^\circ pu$$

$$Z_{0p(8)} = Z_{08} - Z_{0p(7)} = 2,339 < 66,77^\circ pu$$

$$Z_{1p(6)SMA04} = Z_{16SMA04} - Z_{1p(8)} = 1,591 < 67,64^\circ$$

$$Z_{0p(6)SMA04} = Z_{06SMA04} - Z_{0p(8)} = 9,320 < 61,97^\circ pu$$

$$Z_{1eq} = 0,667 < 67,86 + (2,934 < 63,30^\circ) // (8,425 < 63,27^\circ) = 2,98 < 66^\circ pu$$

$$Z_{0eq} = 0,3214 < 89.68^\circ + (6,164 < 69,82^\circ) // (26,819 < 63,89^\circ) = 5,31 < 70^\circ pu$$



CÁLCULO DE CURTO CIRCUITO POR COMPONENTES SIMÉTRICAS

$$I_{cc3\phi} = \frac{V_{base}}{Z_1 + Z_f} * I_{base}$$

$$V_{base} = 1 \text{ (pu)},$$

$$Z_1 = \text{Impedância seq. pos.},$$

$$Z_f = \text{Impedância de curto} = 0 \text{ (curto franco)}$$

$$I_{cc\phi} = \frac{3 * V_{base}}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f} * I_{base}$$

$$V_{base} = 1 \text{ (pu)},$$

$$Z_2 = \text{Impedância seq. neg.} = Z_1,$$

$$Z_0 = \text{Impedância de seq. zero}$$

$$|I_{cc3\phi_{p(2)}}| = \frac{4183,698}{2,98} = 1403,92 \text{ A}$$

$$|I_{cc\phi_{p(2)}}| = \frac{3 * 4183,698}{(2 * 2,98 + 5,31)} = 1113,67 \text{ A}$$



| Ponto | Z_0(mod) | Z_0(ang) | Z_1(mod) | Z_1(ang) | Icc | Icc3o | Z_0pu | Z_1pu |
|-------|----------|----------|----------|----------|------|-------|----------|----------|
| 1 | 5,32 | 73,72 | 2,82 | 71,03 | 2182 | 2829 | 2,793531 | 1,480781 |
| 2 | 11,75 | 69,82 | 5,59 | 63,3 | 1114 | 1403 | 6,169922 | 2,935308 |
| 3 | 21,41 | 62,13 | 7,36 | 61,43 | 661 | 1082 | 11,24239 | 3,864734 |
| 4 | 11,51 | 69,78 | 5,52 | 63,28 | 1062 | 1444 | 6,043898 | 2,898551 |
| 5 | 55,13 | 65,97 | 20,57 | 50,18 | 251 | 387 | 28,94875 | 10,8013 |
| 6 | 21,67 | 62,25 | 7,44 | 61,46 | 654 | 1071 | 11,37891 | 3,906742 |
| 7 | 7,89 | 73,06 | 3,59 | 69,53 | 1587 | 2221 | 4,143037 | 1,885108 |
| 8 | 11,75 | 69,82 | 5,59 | 63,3 | 1044 | 1424 | 6,169922 | 2,935308 |
| 9 | 22,21 | 62,94 | 6,58 | 64,33 | 676 | 1211 | 11,66247 | 3,455156 |
| 10 | 22,59 | 63,06 | 6,69 | 64,32 | 665 | 1191 | 11,862 | 3,512917 |
| 11 | 21,61 | 62,22 | 7,42 | 61,45 | 656 | 1073 | 11,34741 | 3,89624 |
| 12 | 24,67 | 63,45 | 8,34 | 61,67 | 578 | 955 | 12,95421 | 4,379332 |
| 13 | 29,5 | 63,81 | 9,98 | 59,57 | 483 | 798 | 15,49044 | 5,240496 |

A tabela acima mostra o processo repetido para o 13 pontos de interesse. Uma vez obtidos os valores de curto circuito, pode-se parametrizar os relés.



PARAMETRIZAÇÃO DOS RELIGADORES

Algumas considerações iniciais:

- O tempo de coordenação nos relés 51 e 51N será **0,3s**;
- Cada religador NF deverá realizar, a princípio, **3 religamentos**;
- O ajuste de Bay de Subestação será mantido;
- Os religadores NA que fecham o anel operarão em modo AutoReclose (3mins), sem religamentos e com ajustes rápidos. Para qualquer falha direcional, o anel deve abrir e isolar o alimentador defeituoso;
- O direcional dos relés não será habilitado porque não há o mesmo número de religadores em ambos lados do circuito e definiu-se que o anel deve operar em AutoReclose;
- O número máximo de religadores em cadeia é: **6**. Não é possível manter o tempo de coordenação para todos. Caso não seja possível, o religador em questão operará com o mesmo ajuste do religador a montante com $N-1$ religamentos, onde N é o número de religamentos do religador a montante.
- ***As funções instantâneas estarão desabilitadas para garantir a coordenação no regime transiente do curto-circuito e priorizar a atuação dos elos fusíveis.***



Curvas carregadas

RL 270431 Fase - 785/2014
RL 270431 Neutro - 785/2014
RL 2652 Fase - 785/2014
RL 2652 Neutro - 785/2014
RL 289345 Fase - 785/2014
RL 289345 Neutro - 785/2014
RL 289346 Fase - 785/2014
RL 289346 Neutro - 785/2014

Ajuste

Calculadora

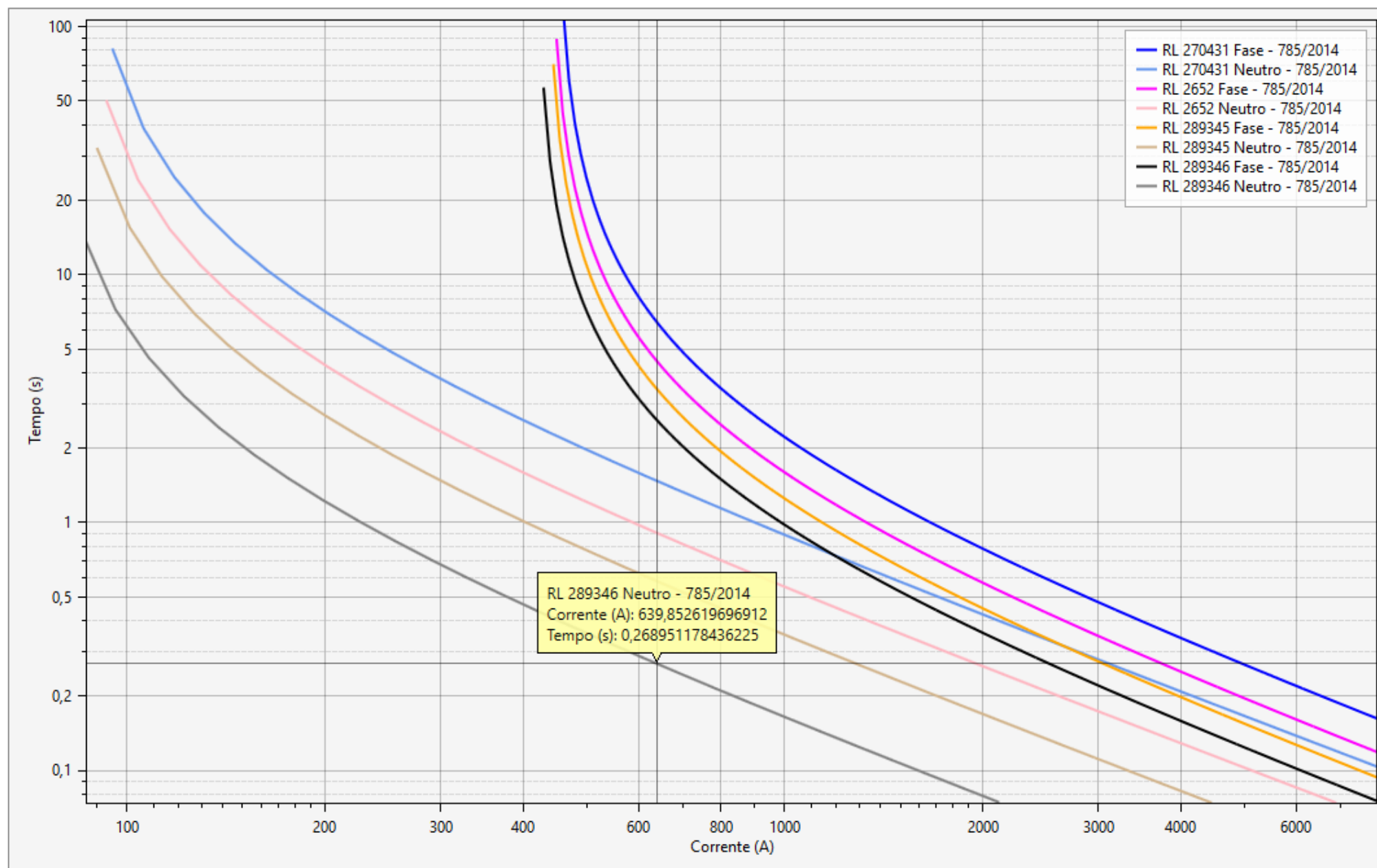
| | |
|---------------|-------|
| Ponto 1 (s) | ,6204 |
| Ponto 2 (s) | ,2862 |
| Diferença (s) | ,3342 |

Atualizar curva

Adicionar curva

Excluir curva

Excluir todas



Curvas carregadas

RL 225117 Fase - 785/2014
RL 225117 Neutro - 785/2014
RL 289345 Fase - 785/2014
RL 289345 Neutro - 785/2014
RL 758 Fase - 785/2014
RL 758 Neutro - 785/2014

Ajuste

Calculadora

Nome RL 225117 Neutro - 785/2014

Tipo IEC_ANSI ▾

Pickup 80

Curva IEC-EI ▾

Dial 0,1

MRT 0

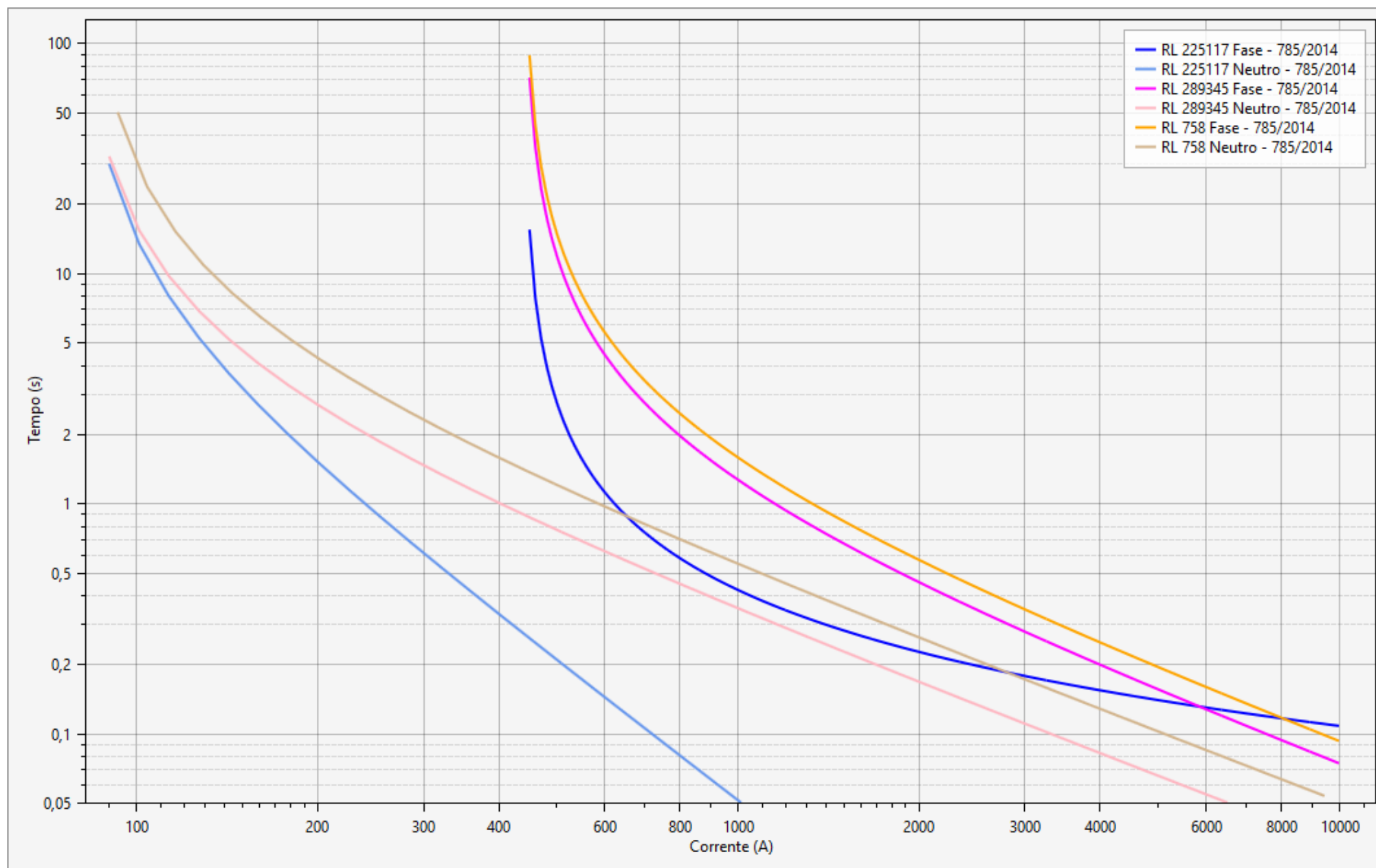
Time Add 0

Atualizar curva

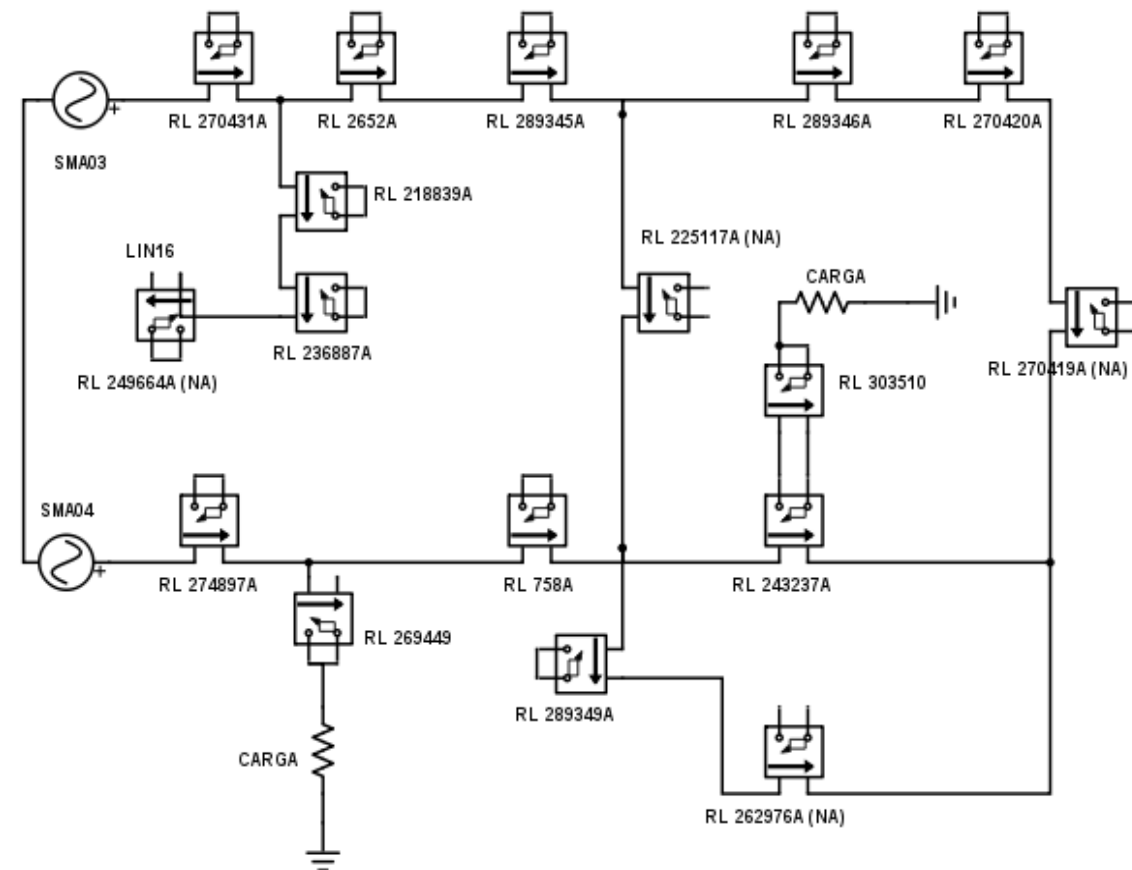
Adicionar curva

Excluir curva

Excluir todas



| Religador | Fase | | | Neutro | | | Operações |
|-----------|--------|------|----------|--------|------|----------|-----------|
| | Pickup | Dial | Curva | Pickup | Dial | Curva | |
| 270431 | 450 | 0,2 | IEC - VI | 85 | 0,71 | IEC - VI | 4 |
| 2652 | 440 | 0,15 | IEC - VI | 83 | 0,45 | IEC - VI | 4 |
| 289345 | 435 | 0,12 | IEC - VI | 80 | 0,3 | IEC - VI | 4 |
| 289346 | 420 | 0,1 | IEC - VI | 75 | 0,15 | IEC - VI | 4 |
| 270420 | 420 | 0,1 | IEC - VI | 75 | 0,15 | IEC - VI | 3 |
| 274897 | 450 | 0,2 | IEC - VI | 85 | 0,71 | IEC - VI | 4 |
| 758 | 440 | 0,15 | IEC - VI | 83 | 0,45 | IEC - VI | 4 |
| 289349 | 435 | 0,12 | IEC - VI | 80 | 0,3 | IEC - VI | 4 |
| 243237 | 435 | 0,12 | IEC - VI | 80 | 0,3 | IEC - VI | 4 |
| 225117 | 430 | 0,05 | IEC - SI | 75 | 0,1 | IEC - EI | 1 |



O RL 270419 A não fechará anel e servirá apenas como transferência de carga porque está muito afastado da subestação e possui cabos de baixa corrente máxima.



ALE05_BJE04_RL(ch.0016)_ADVC02 - Proteção [Off-line]

Configurações Universais

A Configurações (Ativo)

- Abertura 1
- Abertura 2
- Abertura 3
- Abertura 4
- Disparo Único
- Etiqueta de Trabalho
- Bloqueio por Alta Corrente
- Perda de Fase
- Proteção de Inrush
- Carga Fria
- Proteção de Frequência
- Bloqueio Direcional
- Proteção de Sub/Sobretens
- Localizador de Falhas
- Verificação de Sincronismo

B Configurações

C Configurações

D Configurações

E Configurações

F Configurações

G Configurações

H Configurações

I Configurações

J Configurações

Abertura 1, Grupo A (Ativo)

Abertura ativa

Proteção de Fase

IEC 255 Muito Inversa

Multiplicador do Tempo de Fase 0,05 x

Multiplicador do Instantâneo de Fase Desligado x

Tempo Mínimo de Fase 0,00 s

Tempo Adicional de Fase 0,00 s

Visualizar Curva

Proteção de Terra

IEC 255 Muito Inversa

Multiplicador do Tempo de Terra 0,05 x

Multiplicador do Instantâneo de Terra Desligado x

Tempo Mínimo de Terra 0,00 s

Tempo Adicional de Terra 0,00 s

Visualizar Curva

Tempo para Religamento 10,00 s

Alarme SE

Tempo De

ALE05_BJE04_RL(ch.0016)_ADVC02 - Proteção [Off-line]

Configurações Universais

A Configurações (Ativo)

- Abertura 1
- Abertura 2
- Abertura 3
- Abertura 4
- Disparo Único
- Etiqueta de Trabalho
- Bloqueio por Alta Corrente
- Perda de Fase
- Proteção de Inrush
- Carga Fria
- Proteção de Frequência
- Bloqueio Direcional
- Proteção de Sub/Sobretens
- Localizador de Falhas
- Verificação de Sincronismo

Configurações Globais, Grupo A (Ativo)

| | | | | | |
|--------------------|--------|--------------------------|-------|------------------------------------|------|
| Corrente de Ajuste | | Multiplicador da Partida | | Multiplicador do Limiar de Retorno | |
| Fase | 120 A | Fase | 1,0 x | Fase | 90 % |
| Terra | 30 A | Terra | 1,0 x | Terra | 90 % |
| SEF | 20 A | SEF | 1,0 x | SEF | 90 % |
| NPS | 1000 A | NPS | 1,0 x | NPS | 90 % |

| | | | |
|--------------------------------|------|-----------------------------|---|
| Tempo de Reinício da Sequência | 60 s | Aberturas SEF para Bloqueio | 1 |
| Aberturas para Bloqueio | 4 | Aberturas NPS para Bloqueio | 1 |

| | |
|---------------------------|-------------|
| Tempo de Retorno da Falta | 50 ms |
| Tempo Máximo | Desligado s |

| | |
|---|---|
| Controle de Sequência | Bloqueio de Linha Viva |
| <input type="checkbox"/> Ligado | <input type="checkbox"/> Ligado |
| <input checked="" type="checkbox"/> Desligado | <input checked="" type="checkbox"/> Desligado |

REFERÊNCIAS

- http://www.engineering.schneider-electric.dk/Attachments/ed/use_main/advc%20operational%20guide.pdf

