



SE ABRIGADA DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
POTÊNCIA A INSTALAR: 500 kVA
LINHA GRUTA
UNIÃO DO OESTE - SC

ESTUDO DE COORDENAÇÃO DE PROTEÇÃO

Proprietário: **MUNICÍPIO DE UNIÃO DO OESTE**



ESTUDO DE COORDENAÇÃO DE PROTEÇÃO

PROJETO

Cálculo dos ajustes para a proteção secundária da cabine de medição, proteção e transformação da Prefeitura Municipal de União do Oeste, localizado na Linha da Gruta, município de União do Oeste - SC.

1) Estudo de proteção

A instalação possuirá os seguintes transformadores:

quantidade	instalação	isolação	potência (kVA)	tensão AT (V)	tensão BT (V)	Status
1	abrigado	óleo	500	23.100	380	Instalar

A proteção será feita por um relé secundário digital.

Os transformadores de corrente são todos de classe de proteção 10B20 e apresentarão relação de transformação de 50/5A.

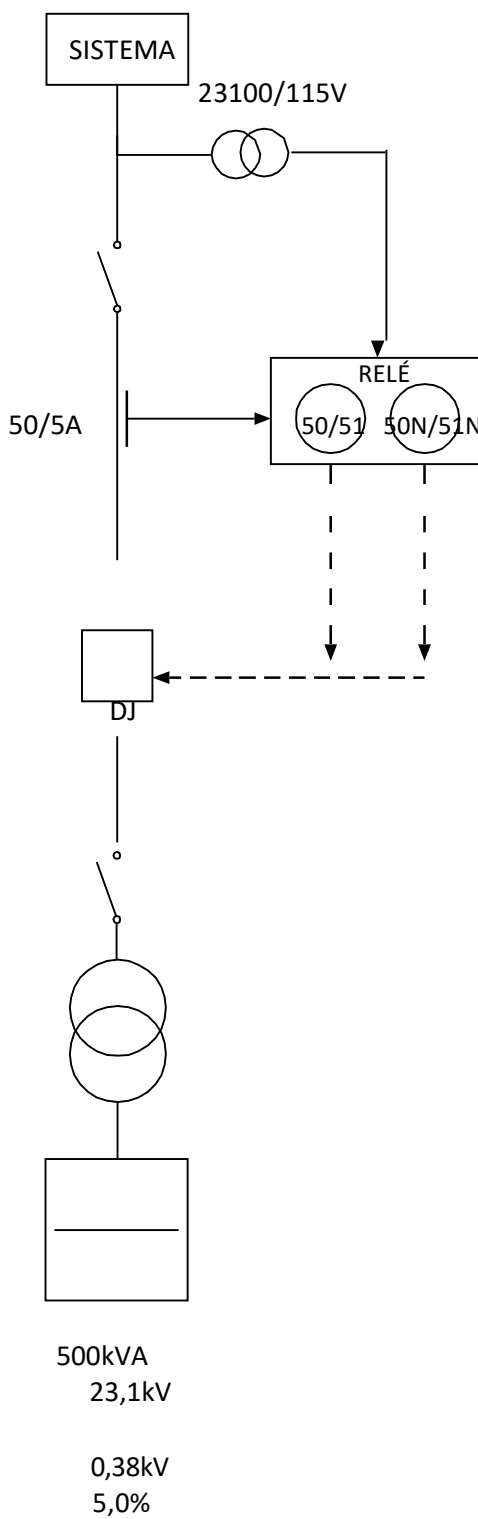
As impedâncias equivalentes do sistema no ponto de entrega da concessionária foram obtidas junto a mesma e têm os seguintes valores:

$$Z_0 = 4,138 + j9,396$$

$$Z_1 = 3,333 + j2,912$$

CÁLCULO DE CURTO-CIRCUITO

DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO



DIAGRAMAS DE IMPEDÂNCIAS

DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA POSITIVA

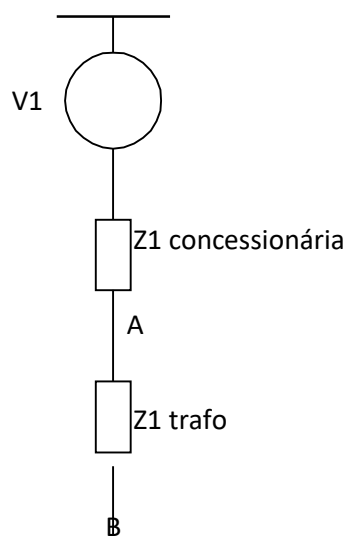
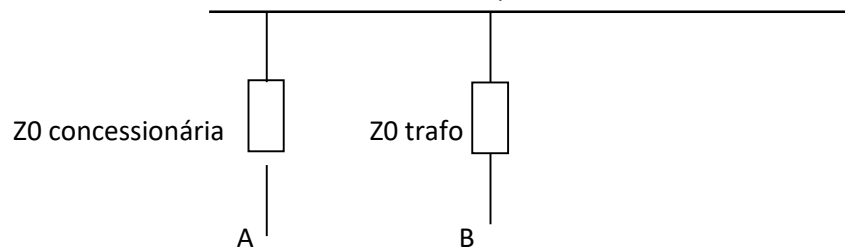


DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA ZERO



1) Estudo de proteção

Empresa: PREFEITURA MUNICIPAL DE UNIÃO DO OESTE

Projetista: CAROLINA

2) Parâmetros do sistema

2.1) Dados da concessionária

Tensão nominal MT: 23.0 kV

Impedância da rede:

$Z_0 = 4.140 + j9.40$ (10.271 | 66.2°) pu

$Z_1 = 3.330 + j2.91$ (4.422 | 41.1°) pu

Resistência de falta: 40.0 ohm

Curto(A): $3\phi = 567.2$ $3\phi A = 567.6$ $\phi T = 403.5$ $\phi TA = 408.1$ $\phi TM = 204.7$

2.2) Dados do cliente

Demanda contratada: 445.0 kW

Fator de potência: 0.920

Transformadores: 1

Potência instalada: 500 kVA ($I_n = 13A$)

Cabo de entrada

Comprimento: 10.0 metros

$Z_1: 0.670 + j0.15$ (0.687 | 12.6°) ohm/km

$Z_0: 0.670 + j0.13$ (0.682 | 11.0°) ohm/km

2.3) Transformadores de potência

#	S(kVA)	$I_n(A)$	V(bt)	$Z_1(pu)$	Lig	IMAG($K \cdot I_n$)
1	500.0	12.6	380	5.000	Δ -Ya	8

3) Resumo do estudo de proteção

OBS: Valores de corrente estão sempre referidos à média tensão!

3.1) Rele do cliente

Dados da curva

	Part[A]	Inst[A]	DT	Curva	TDEF(s)	IDEF(A)
FASE	13.4	140.6	0.150	IEC-EI	MAX	MAX



NEUTRO 1.336 28.1 0.150 IEC-EI MAX MAX
MODELO PEXTRON 7104

Tempo de atuação

FASE, IEC-EI(567.2/13.4)=0.007s

NEUTRO, IEC-EI(204.7/1.336)=0.001s

OBS: Valores de corrente acima da instantânea possuem na prática um tempo de atuação na ordem de 0.1s.

3.2) Rele da concessionária/retaguarda

Dados da curva

	Part[A]	Inst[A]	DT	Curva	TDEF(s)	IDEF(A)
FASE	110.0	0.000	0.110	IEC-NI	MAX	MAX
NETRO	40.0	0.000	0.280	IEC-MI	MAX	MAX
MODELO	Não					

Tempo de atuação

FASE, IEC-NI(567.2/110.0)=0.462s

NEUTRO, IEC-MI(204.7/40.0)=0.918s

OBS: Valores de corrente acima da instantânea possuem na pratica um tempo de atuação na ordem de 0.1s.

3.3) Transformador de corrente

ANSI : 10B20-50/5

NBR-6856/2015: 12.5VA10P20-50/5

3.4) Corrente de magnetização

Método #1: PARCIAL

$K \times I_n(\text{maior_trafo}) + \text{somatoria } I_n \text{ dos demais}$

INRUSH: 100 A

Método #2: TOTAL

Somatorio de $K \times I_N$

INRUSH = 100

Método #3: REAL

Limitação por impedância da rede

$INRUSH = 1 / (1/ICC3F_MT + 1/INRUSH_TOTAL)$

$INRUSH = 1 / (1/560 + 1/100)$

INRUSH = 85 A

Método #4: CELESC

Limitação por impedância da rede conforme padrão CELESC

$INRUSH = 1 / (1/ICC3F_MT + 1/INRUSH_PARCIAL)$

$INRUSH = 1 / (1/560 + 1/100)$

INRUSH = 85 A

Metodo selecionado: Parcial

INRUSH final (fase) = 100 A

INRUSH final (neutro) = 0 A

Duração: 0.1s

3.5) ANSI dos transformadores + ELO

#	TRAFO Potência	TRAFO Inom	TRAFO ELO	ANSI Fase	ANSI Neutro	ANSI Tempo
1	500.0kVA	12.6	12K	251.0A	145.6A	3.125s

3.6) Correntes de curto circuito (referido à media tensão)

Local	3Ø	3ØAss	ØT	ØTAss	ØTMin	Paralelo
Barra CONS	567.2	567.6	403.5	408.1	204.7	-
Barra MT/CLI	567.5	567.9	403.5	408.1	204.7	-
Barra T1	185.0	206.1	122.6	142.3	92.6	não

3.7) Correntes de curto circuito (baixa tensão)

Local	3Ø	3ØAss	ØT	ØTAss
Barra T1	11197	12477	12849	14923

4) Memorial de cálculo

OBS: Os valores de corrente estão referidos a barra de média tensão.

4.1) Valores de base

Sb : 100.000 MVA

Vb : 23.00 kV

Zb(MT): 5.290 ohm

Ib(MT): 2510 A

$FA(R+jX) = RAIZ[1 + 2 \cdot e^{(-2 \cdot \pi \cdot R/X)}]$

Impedâncias

Z1rede = 3.330+j2.91 (4.422 | 41.1°) pu

Z0rede = 4.140+j9.40 (10.271 | 66.2°) pu

Z1cli = 0.063+j0.01 (0.065 | 12.6°) pu

Z0cli = 0.063+j0.01 (0.065 | 11.0°) pu

ZF = 3 * Rf/Zb(MT) = 22.684+j0.00 (22.684 | 0.0°) pu

4.2) Curto circuito na barra de média tensão (primário)

Impedâncias

Z0 = Z0rede+Z0cli = 4.203+j9.41 (10.308 | 65.9°) pu

Z1 = Z1rede+Z1cli = 3.393+j2.92 (4.479 | 40.8°) pu

ZT = 2 * Z1+Z0 = 10.990+j15.26 (18.806 | 54.2°) pu



$$FA(Z1) = 1.00075$$

$$FA(ZT) = 1.01150$$

Resultados

$$ICC3F = Ib(MT)/Z1 = 567 \text{ A}$$

$$ICC3FA = ICC3F * FA(Z1) = 568 \text{ A}$$

$$ICCFT = Ib(MT) * 3 / (ZT) = 403 \text{ A}$$

$$ICCFTA = ICCFT * FA(ZT) = 408 \text{ A}$$

$$ICCFTM = Ib(MT) * 3 / (ZT + ZF) = 205 \text{ A}$$

4.3) Curto circuito na barra de baixa tensão

Transformador 1

Características do transformador

S=500kVA, In=12.6A, Z1%=5.00 pu, Lig= Δ -Ya, Imag=8xIn, V(bt)=380V

Impedâncias

$$Z1tr = 0.995 + j9.95 \text{ (10.000} \angle 84.3^\circ \text{) pu}$$

$$Z0tr = 0.85 * Z1tr = 0.846 + j8.46 \text{ (8.500} \angle 84.3^\circ \text{) pu}$$

$$Z1 = Z1rede + Z1cli + Z1tr = 4.388 + j12.87 \text{ (13.602} \angle 71.2^\circ \text{) pu}$$

$$Z0 = Z0tr = 0.846 + j8.46 \text{ (8.500} \angle 84.3^\circ \text{) pu}$$

$$ZT = 2 * Z1 + Z0 = 9.498 + j34.18 \text{ (35.474} \angle 74.5^\circ \text{) pu}$$

$$FA(Z1) = 1.11427$$

$$FA(ZT) = 1.16142$$

Resultados (MT)

$$ICC3F = Ib(MT)/Z1 = 185 \text{ A}$$

$$ICC3FA = ICC3F * FA(Z1) = 206 \text{ A}$$

$$ICCFT = Ib(MT) * RAIZ(3) / ZT = 123 \text{ A}$$

$$ICCFTA = ICCFT * FA(ZT) = 142 \text{ A}$$

$$ICCFTM = Ib(MT) * RAIZ(3) / (ZT + ZF) = 93 \text{ A}$$

Resultados (BT)

$$Ib(BT) = Ib(MT) * 23000 / 380 = 151934$$

$$ICC3F = Ib(BT)/Z1 = 11197 \text{ A}$$

$$ICC3FA = ICC3F * FA(Z1) = 12477 \text{ A}$$

$$ICCFT = Ib(BT) * 3 / ZT = 12849 \text{ A}$$

$$ICCFTA = ICCFT * FA(ZT) = 14923 \text{ A}$$

4.4) Dimensionamento do TC

$$DEMANDA = 445 \text{ KW}$$

$$CARGA = 500 \text{ kVA}$$

$$\text{FATOR DE SERVIÇO} = 50\%$$

$$ICC3FA = 567.9 \text{ A}$$

#Critério de carga nominal



$$I_d = \text{DEMANDA} / (V_N * F_P * R_3) = 12.1 \text{ A}$$

$$I_c = \text{CARGA} / (V_N * R_3) = 12.6 \text{ A}$$

$$I_n = \text{MAX}(I_d, I_c) * F_S = 18.8 \text{ A}$$

#Critério de ICCmax

$$I_n = \text{ICC3FA} / 20 = 28.4 \text{ A}$$

#Classe de precisão (Volts)

$$Z(\text{BURDEN}): 0.350 \text{ ohms } (Z_{tc} + Z_{fio} + Z_{rele})$$

$$I_n = \text{ICC3FA} / \text{RTC} = 56.8 \text{ A}$$

$$V_n = I_n * Z = 19.9 \text{ Volts}$$

#Carga no secundário (VA)

$$I_{\text{sec}}(\text{pior caso}) = 5 \text{ A}$$

$$\text{Carga} = Z(\text{BURDEN}) * I_{\text{sec}}^2$$

$$\text{Carga} = 0.350 * 5^2 = 8.8 \text{ [VA]}$$

Utilizar TC com potência aparente de no mínimo 8.8 [VA]

#resultado final recomendado

Relação: 50/5

Tensão: 20 Volts

Classe ANSI: 10B20-50/5

Classe NBR-6856/2015: 12.5VA10P20-50/5

4.5) Ponto ANSI

$$S = 500 \text{ kVA}, I_n = 12.6 \text{ A}, Z_1\% = 5.00 \text{ pu}, \text{Lig} = ? - Y_a, I_{\text{mag}} = 8 * I_n, V(\text{bt}) = 380 \text{ V}$$

$$\text{FASE} = 251.0 \text{ A}$$

$$\text{NEUTRO} = 145.6 \text{ A}$$

$$\text{TEMPO} = 3.1 \text{ S}$$

4.6) Ajuste das curvas de proteção

Fator Potência: 0.92

Margem da proteção: 10 %

FASE

$$P_c(\text{contrato}) = 445 \text{ kW}$$

$$P_i(\text{instalado}) = 500 \text{ kVA}$$

$$P = \text{Menor valor} = 445$$

$$I_{pf} = [P / (R_3 * V * F_P)] * 1.10 = 13.4 \text{ A}$$

$$I_{if} = 1.40 * I_{\text{mag}} = 140.6 \text{ A}$$

$$D_{tf} = 0.150 \text{ s}$$

NEUTRO

$$I_{pn} = 0.10 * I_{pf} = 1.3 \text{ A}$$

$$I_{in} = 0.20 * I_{if} = 28.1 \text{ A}$$

$$D_{tn} = 0.150 \text{ s}$$

5) RESUMO DOS AJUSTES DA PROTEÇÃO NA MÉDIA TENSÃO

5.1) Ajustes do rele/religador

PARÂMETRO	VALOR	UNIDADE
50 Corrente instantânea de fase	140.6	A
51 Corrente de partida de fase	13.4	A
Curva de Fase	IEC-EI	
Múltiplo de tempo fase (dialtime)	0.150	
TDF Tempo definido de fase	MAX	s
Corrente definida de fase	MAX	A
50N Corrente instantânea de neutro	28.1	A
51N Corrente de partida de neutro	1.336	A
Curva de neutro	IEC-EI	
Múltiplo de tempo neutro (dialtime)	0.150	
TDN Tempo definido de neutro	MAX	s
Corrente definida de neutro	MAX	A
27 Subtensão	20700	V
27 Tempo	0.30	s
59 Sobretensão	25300	V
59 Tempo	2.00	s
...		
TC utilizado	50/5	A
Corrente de magnetização - inrush	100.4	A

5.2) Transformadores (Corrente/Tempo ANSI)

#	I-FASE (A)	I-NEUTRO (A)	TEMPO (s)
1	251.0	145.6	3.125

5.3) Correntes de curto circuito (referido à media tensão)

Local	3Ø	3ØAss	ØT	ØTAss	ØTMin	Paralelo
Barra CONS	567.2	567.6	403.5	408.1	204.7	-
Barra MT/CLI	567.5	567.9	403.5	408.1	204.7	-
Barra T1	185.0	206.1	122.6	142.3	92.6	não

5.4) Correntes de curto circuito (baixa tensão)

Local	3Ø	3ØAss	ØT	ØTAss
Barra T1	11197	12477	12849	14923

5.5) Observações

Neste resumo foi considerado um relê de proteção digital que apresenta os valores de corrente, no dial, já referido a alta tensão em Amper.



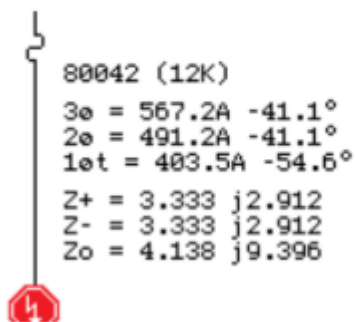
Escolher dial de tempo (D.T.) inferior ao ponto ANSI dos trafos e com diferença de tempo 0,2 segundos para a curva de fase da proteção da concessionária.

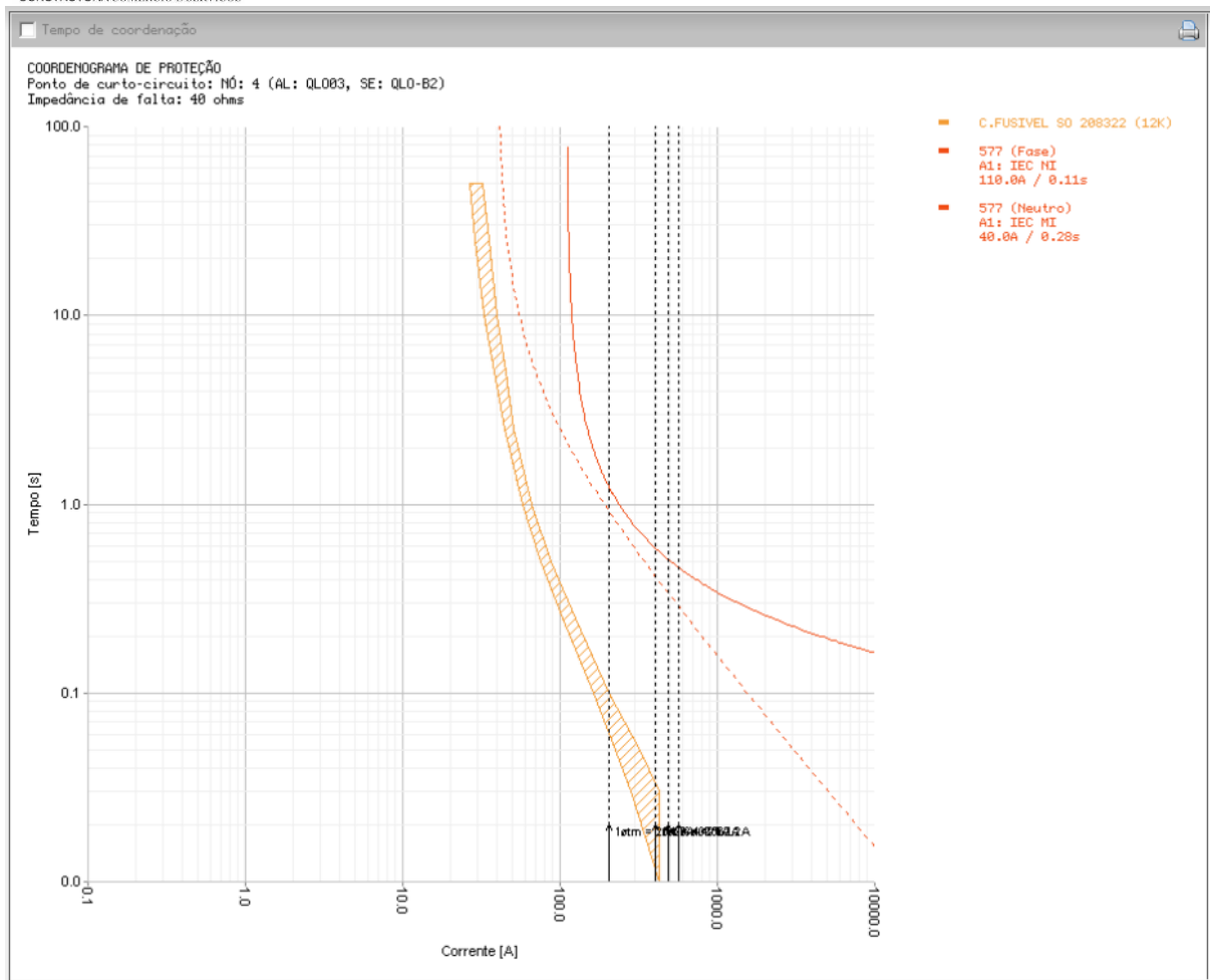
O instantâneo deve permitir a magnetização dos trafos (inrush). O rele usado como referência para este resumo apresenta a possibilidade de se determinar valores definidos de fase e neutro para corrente e tempo.

O TC deve ter corrente térmica maior que 50 X IN e corrente de saturação 20 X In.

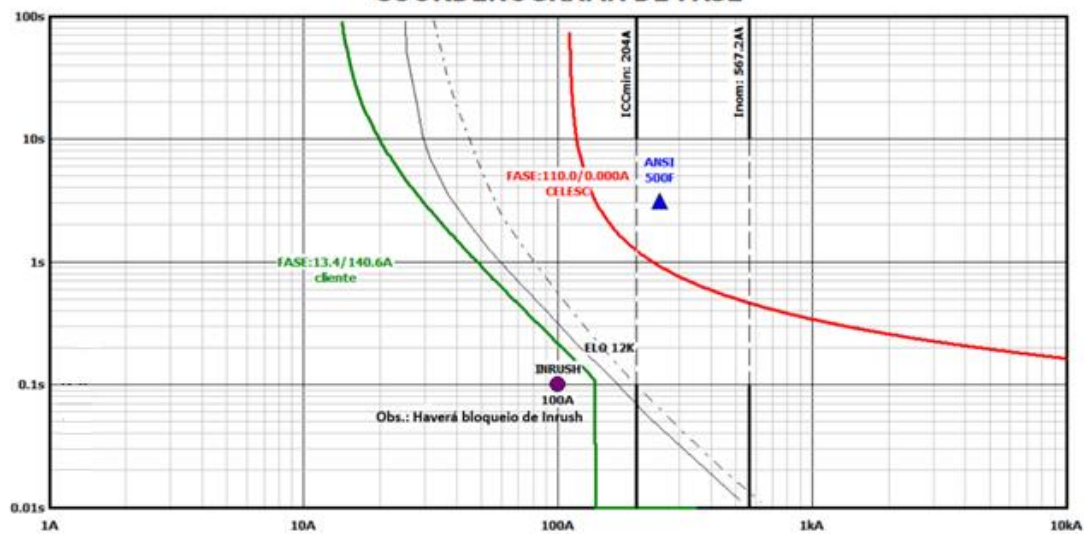
DADOS PARA CÁLCULO DO AJUSTES DO RELÉ SECUNDÁRIO

Níveis de curto-circuito na chave fusível 80042 conforme a seguir:





COORDENOGRAMA DE FASE



COORDENOGRAMA DE NEUTRO

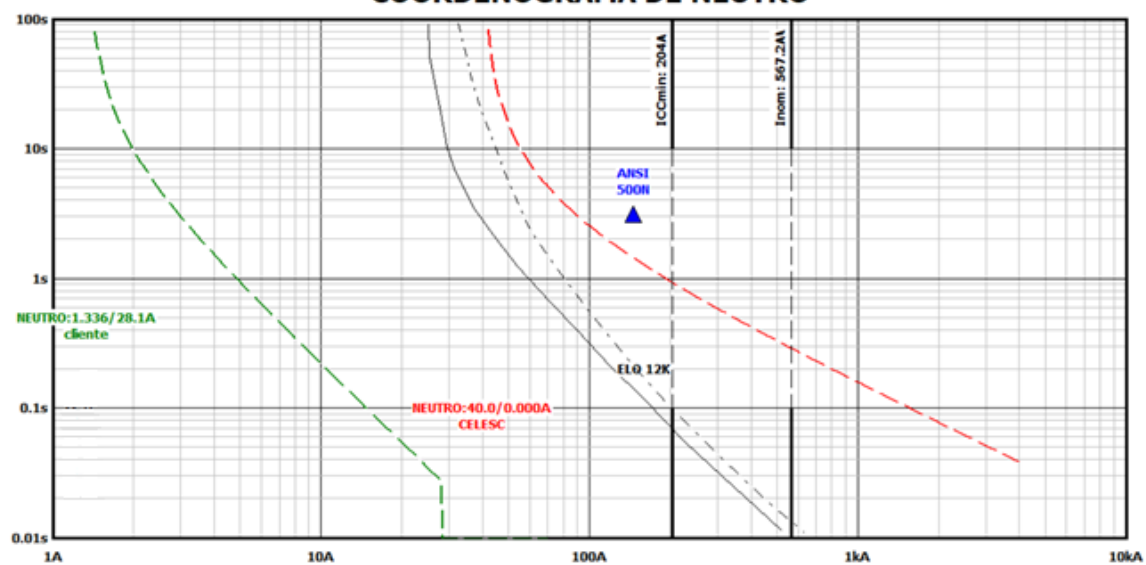


DIAGRAMA UNIFILAR PROT.SECUNDÁRIA

