

=====

1) Estudo de proteção

=====

Empresa: CIC TIMBÓ

Projetista: IOCH ENG

Data: 21/10/20, 11:15

=====
2) Parâmetros do sistema
=====

2.1) Dados da concessionária

Tensão nominal MT: 23.0 kV

Impedância da rede:

$$Z_0 = 0.525 + j1.85 \quad (1.921 | 74.1^\circ) \text{ pu}$$

$$Z_1 = 0.370 + j0.84 \quad (0.918 | 66.2^\circ) \text{ pu}$$

Resistência de falta: 40.0 ohm

Curto(A): 3Ø=2736 3ØA=2903 ØT=2010 ØTA=2211 ØTM=311.0

2.2) Dados do cliente

Demanda contratada: 250.0 kW

Fator de potência: 0.920

Transformadores: 1

Potência instalada: 500 kVA (In=13A)

Cabo de entrada

Comprimento: 100.0 metros

Z1: 0.757 + j0.17 (0.776 | 12.8°) ohm/km

Z0: 0.772 + j0.34 (0.842 | 23.6°) ohm/km

2.3) Transformadores de potência

#	S (kVA)	In (A)	V (bt)	Z1 (pu)	Lig	IMAG (K*In)
1	500.0	12.6	380	4.500	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	7.503	140.6	0.200	IEC-MI	MAX	MAX
NEUTRO	0.750	28.1	0.100	IEC-NI	MAX	MAX
MODELO	PEXTRON					

Tempo de atuação

FASE, IEC-MI (2736/7.503)=0.007s
NEUTRO, IEC-NI (311.0/0.750)=0.109s

OBS: Valores de corrente acima da instantânea possuem na pratica 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	400.0	0.000	1.000	IEC-NI	MAX	MAX
NETRO	36.0	0.000	1.000	IEC-NI	MAX	MAX
MODELO	RESCO					

Tempo de atuação

FASE, IEC-NI (2736/400.0)=3.571s
NEUTRO, IEC-NI (311.0/36.0)=3.177s

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 : 10B50-150/5
NBR-6856/2015: 12.5VA10P20-150/5

3.4) Corrente de magnetização

Método #1: PARCIAL

KxIn(maior_trafo) + somatoria In dos demais
INRUSH: 100 A

Método #2: TOTAL

Somatorio de KxIN
INRUSH = 100

Método #3: REAL

Limitação por impedância da rede
INRUSH = 1/(1/ICC3F_MT + 1/INRUSH_TOTAL)
INRUSH = 1/(1/2709 + 1/100)
INRUSH = 97 A

Método #4: ENERGISA

Limitação por impedância da rede conforme padrão ENERGISA
INRUSH = 1/(1/ICC3F_MT + 1/INRUSH_PARCIAL)
INRUSH = 1/(1/2709 + 1/100)
INRUSH = 97 A

Metodo selecionado: Total
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	15K	278.9A	161.8A	2.531s

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

Local	3Ø	3ØAss	ØT	ØTAss	ØTMin	Paralelo
Barra CONS	2736	2903	2010	2211	311.0	-
Barra MT/CLI	2709	2859	1995	2182	310.5	-
Barra T1	254.0	348.3	158.6	220.3	115.5	não

3.7) Correntes de curto circuito (baixa tensão)

Local	3Ø	3ØAss	ØT	ØTAss
Barra T1	15375	21083	16628	23095

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

Impedâncias

Z1rede = 0.370+j0.84 (0.918|66.2°) pu
Z0rede = 0.525+j1.85 (1.921|74.1°) pu
Z1cli = 0.014+j0.00 (0.015|12.8°) pu
Z0cli = 0.015+j0.01 (0.016|23.6°) pu
ZF = $3 \cdot R_f / Z_b(\text{MT}) = 22.684 + j0.00$ (22.684|0.0°) pu

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

Impedâncias

Z0 = Z0rede+Z0cli = 0.540+j1.85 (1.931|73.8°) pu
Z1 = Z1rede+Z1cli = 0.384+j0.84 (0.927|65.5°) pu
ZT = $2 \cdot Z1 + Z0 = 1.308 + j3.54$ (3.775|69.7°) pu
FA(Z1) = 1.05552
FA(ZT) = 1.09374

Resultados

ICC3F = Ib(MT)/Z1 = 2709 A
ICC3FA = ICC3F*FA(Z1) = 2859 A
ICCFT = Ib(MT)*3/(ZT) = 1995 A
ICCFTA = ICCFT*FA(ZT) = 2182 A
ICCFTM = Ib(MT)*3/(ZT+ZF) = 311 A

4.3) Curto circuito na barra de baixa tensão

Transformador 1

Características do transformador

S=500kVA, In=12.6A, Z1%=4.50 pu, Lig=Δ-Ya, Imag=8xIn, V(bt)=380V

Impedâncias

Z1tr = 0.896+j8.96 (9.000|84.3°) pu
Z0tr = 0.85*Z1tr = 0.761+j7.61 (7.650|84.3°) pu

Z1 = Z1rede+Z1cli+Z1tr = 1.280+j9.80 (9.882|82.6°) pu
Z0 = Z0tr = 0.761+j7.61 (7.650|84.3°) pu
ZT = $2 \cdot Z1 + Z0 = 3.321 + j27.21$ (27.411|83.0°) pu
FA(Z1) = 1.37123
FA(ZT) = 1.38886

Resultados (MT)

ICC3F = Ib(MT)/Z1 = 254 A
ICC3FA = ICC3F*FA(Z1) = 348 A
ICCFT = Ib(MT)*RAIZ(3)/ZT = 159 A
ICCFTA = ICCFT*FA(ZT) = 220 A
ICCFTM = Ib(MT)*RAIZ(3)/(ZT+ZF) = 116 A

Resultados (BT)

Ib(BT) = Ib(MT) * 23000 / 380 = 151934
ICC3F = Ib(BT)/Z1 = 15375 A

ICC3FA = ICC3F*FA(Z1) = 21083 A
ICCFT = Ib(BT)*3/ZT = 16628 A
ICCFTA = ICCFT*FA(ZT) = 23095 A

4.4) Dimensionamento do TC

DEMANDA = 250KW
CARGA = 500kVA
FATOR DE SERVIÇO = 50%
ICC3FA = 2859A

#Critério de carga nominal
Id = DEMANDA / (VN*FP*R3) = 6.821A
Ic = CARGA / (VN*R3) = 12.6A
In = MAX(Id, Ic) * FS = 18.8A

#Critério de ICCmax
In = ICC3FA / 20 = 143.0A

#Classe de precisão (Volts)
Z(BURDEN): 0.350 ohms (Ztc+Zfio+Zrele)
In = ICC3FA / RTC = 95.3 A
Vn = In * Z = 33.4 Volts

#Carga no secundário (VA)
Isec(pior caso) = 5A
Carga = Z(BURDEN) * Isec^2
Carga = 0.350 * 5^2 = 8.8 [VA]
Utilizar TC com potência aparente de no mínimo 8.8 [VA]

#resultado final recomendado
Relação: 150/5
Tensao: 50 Volts
Classe ANSI: 10B50-150/5
Classe NBR-6856/2015: 12.5VA10P20-150/5

4.5) Ponto ANSI

S=500kVA, In=12.6A, Z1%=4.50 pu, Lig=Δ-Ya, Imag=8xIn, V(bt)=380V
FASE = 278.9 A
NEUTRO = 161.8 A
TEMPO = 2.5 S

4.6) Ajuste das curvas de proteção

Fator Potência: 0.92
Margem da proteção: 10 %

FASE
Pc(contrato) = 250 kW
Pi(instalado) = 500 kVA
P = Menor valor = 250
Ipf = [P / (R3 * V * FP)] * 1.10 = 7.5 A
Iif = 1.40 * Imag = 140.6 A
Dtf = 0.200 s

NEUTRO
Ipn = 0.10 * Ipf = 0.8 A
Iin = 0.20 * Iif = 28.1 A
Dtn = 0.100 s

=====

5) RESUMO DOS AJUSTES DA PROTEÇÃO NA MÉDIA TENSÃO

=====

EMPRESA: CIC TIMBÓ
 PROJETISTA: IOCH ENG

5.1) Ajustes do rele/reiligador

PARÂMETRO	VALOR	UNIDADE
50 Corrente instantânea de fase	140.6	A
51 Corrente de partida de fase	7.503	A
Curva de Fase	IEC-MI	
Múltiplo de tempo fase (dialtime)	0.200	
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	0.750	A
Curva de neutro	IEC-NI	
Múltiplo de tempo neutro (dialtime)	0.100	
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	150/5	A
Corrente de magnetização - inrush	100.4	A

5.2) Transformadores (Corrente/Tempo ANSI)

#	I-FASE (A)	I-NEUTRO (A)	TEMPO (s)
1	278.9	161.8	2.531

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

Local	3Ø	3ØAss	ØT	ØTAss	ØTMin	Paralelo
Barra CONS	2736	2903	2010	2211	311.0	-
Barra MT/CLI	2709	2859	1995	2182	310.5	-
Barra T1	254.0	348.3	158.6	220.3	115.5	não

5.4) Correntes de curto circuito (baixa tensão)

Local	3Ø	3ØAss	ØT	ØTAss
Barra T1	15375	21083	16628	23095

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.

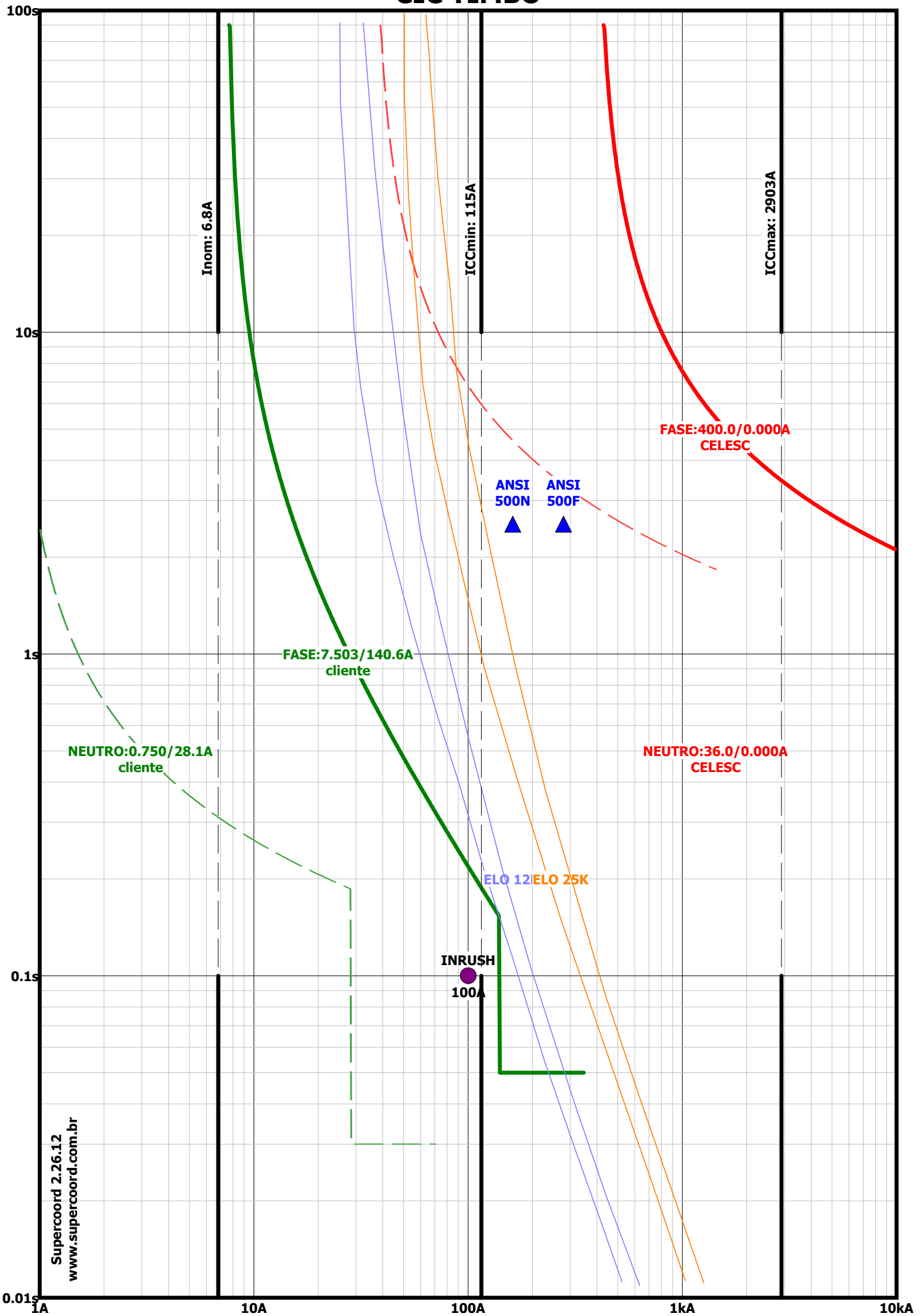
Escolher dial de tempo (D.T.) inferior ao ponto ANSI dos trafos e com diferença de tempo 0,2 segundos para a curva de fase da proteção da concessionária.

O instantâneo deve permitir a magnetização dos trafos (inrush). O rele usado como referencia 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.

...
Supercoord 2.26.12/supercoord@ig.com.br

CIC TIMBÓ



Responsável: IOCH ENG
Subestação: exemplo
Alimentador: exemplo
Data: 21/10/20

Resumo dos ajustes dos religadores

Religador	Partida[A]	Inst[A]	DialTime	Curva
1-cliente: PEXTRON				
...Fase	7.503	140.6	0.200	IEC-MI
...Neutro	0.750	28.1	0.100	IEC-NI
2-CELESC: RESCO				
...Fase	400.0	0.000	1.000	IEC-NI
...Neutro	36.0	0.000	1.000	IEC-NI

Software: Supercoord 2.26.12/supercoord@ig.com.br