

Verificação da Protecção da Canalização contra curto circuitos

1º) Cálculo da corrente de Curto-Circuito

I_{cc} = é a corrente de curto-circuito mínima que resulta de um curto-circuito franco no ponto mais afastado do circuito;

$$I_{cc} = \frac{0,95 \times U_s}{1,5(R_F^{20} \times L_F + R_N^{20} \times L_N)} \quad (A);$$

S (mm ²)	R _{20º} Ω/km	R _{70º} Ω/km
LSVAV 4 x 16	1,910	2,292
LSVAV 4 x 35	0,868	1,042
LSVAV 4 x 95	0,320	0,384
LVAV 3 + 185 x 95	0,164	0,197

$$\rightarrow U_s = \frac{400}{\sqrt{3}} V;$$

\rightarrow S é a secção dos conductors “Neutro” e “Fase” em mm²;

$\Rightarrow L_F$ comprimento da fase em km;

$\Rightarrow L_N$ comprimento do neutro em km;

2º) Verificar se o Fusível cumpre as seguintes condições de protecção da canalização contra Curto-Circuitos:

$$\begin{array}{l} t_{ap} \leq t_{ft} \\ t_{ap} \leq 5 s \\ \sqrt{t_{ft}} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}} \end{array}$$

k é uma constante cujo valor depende da característica do material isolante e do material condutor:

- = 115 condutores com alma de cobre isolada a policloreto de vinilo;
- = 135 condutores de alma de cobre isolada a borracha natural, borracha butílica, polietileno reticulado ou etileno-propileno;
- = 159 condutores nus de cobre
- = 76 condutores com alma de alumínio isolada a policloreto de vinilo;
- = 87 condutores de alma de alumínio isolada a borracha natural, borracha butílica, polietileno reticulado ou etileno-propileno;
- = 104 condutores nus de alumínio;
- = 97 condutores nus de ligas de alumínio;
- = 115 ligações dos condutores de cobre soldadas a estanho.

Para o nosso caso como usamos Alumínio o $K= 76$;

$$\sqrt{t_{ft}} = k \times \frac{S}{I_{cc}} \Leftrightarrow t_{ft} = \left(k \times \frac{S}{I_{cc}} \right)^2 \quad (\text{seg});$$

$S \rightarrow$ secção do condutor (fase) em mm^2

Depois destes cálculos ir à tabela “**Curvas Médias Características Tempo Corrente para fusíveis gG**”;

→ Se o tempo de actuação (t_{ap}) for maior que o tempo de fadiga térmica do cabo (t_{ft}) então é necessário aumentar a secção.

→ Se o tempo de actuação (t_{ap}) for maior que 5 seg então a segunda condição não é satisfeita. Sendo assim temos que aumentar a secção do cabo.

Conclusão: Se as condições 1 e 2 forem satisfeitas então o fusível foi correctamente dimensionado;

Cálculo da Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{l \times I_B \times R_F^{70}}{230} \quad (V);$$

l = Comprimento de Fase em km;

$R_F^{70^\circ}$ = Resistência de Fase a 70°C (Cabo enterrado de Alumínio);

S (mm ²)	R_{20° Ω/km	R_{70° Ω/km
LSVAV 4 x 16	1,910	2,292
LSVAV 4 x 35	0,868	1,042
LSVAV 4 x 95	0,320	0,384
LVAV 3 + 185 x 95	0,164	0,197

➔ A queda de tensão tem de ser inferior a 5% de Tensão simples (230V). 5% de tensão simples é 11,547V.

Cálculo do Poder de Corte do Fusível F

Constantes:

⇒ Potência de Curto-Circuito de Base ($S_{cc\ Base}$) → **500MVA**

⇒ $U_{n\ Base} = 400V$

$$I_{Base} = \frac{S_{cc\ Base}}{\sqrt{3} \times U_{n\ Base}} = \frac{500 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 400} = 721687,8\ A$$

O cálculo do p.d.c. do fusível exige a simulação de um defeito trifásico simétrico

$$x_{cc\ pu} = \frac{c \times U_n}{I_{cc}} \quad \left\{ \begin{array}{l} c=1,1 \text{ em MT e AT} \\ c=1 \text{ em redes de } 400V \\ c=1,05 \text{ em BT} \end{array} \right.$$

Valores de Base

Se: $S_{cc\ base} = 500\ MVA$

$U_{n\ base} = 400\ V$

Então: $S_{cc} = 1\ pu$

$I_{cc} = 1\ pu$

$$X_{cc\ pu} = \frac{c \times U_n}{I_{cc}} = \frac{1,1 \times 1}{1} = 1,1\ p.u.$$

Sendo:

$C \rightarrow 1,1$ pois estamos a trabalhar em MT;

$U_n \rightarrow 1$ (sistema p.u);

$I_{cc} \rightarrow 1$ (sistema p.u);

Cálculo da reactância de fugas a montante do transformador (referida à potência de base de 500MVA) deve ser dada por:

$$X_{f\ pu} = X_{f\ \%} \frac{S_{base}}{S} = 0,1 \times \frac{500 \times 10^6}{S}$$

Em que:

$X_{f\ \%} \rightarrow 0,1$ (este valor depende do transformador normalmente é 10%);

$S \rightarrow$ Potência do Transformador (400 kVA ou 630 kVA);

$$Z_{eq} = jX_{cc} + jX_{fpu} \quad (p.u)$$

$$Z_{eq} = j1.1 + jX_{fpu} \quad (p.u)$$

Nota: estamos na BT logo passa a ser C=1.

$$I_{cc\ p.u} = \frac{c \times U_c}{|Z_{eq}|} = \frac{1 \times 1}{Z_{eq}} = \dots$$

$$I_{cc} = I_{cc\ p.u} \times I_{base}$$

Cálculo da Corrente de Pico:

O valor de pico da corrente de curto-circuito é obtido a partir do valor eficaz da corrente

$$i_{pico} = \sqrt{2} \times k \times I_{cc}$$

K – coeficiente que dá informação da componente exponencial da corrente de curto-circuito (depende das partes reais e imaginárias da impedância equivalente vista do ponto de defeito)

$$k = 1,02 + 0,98 \times e^{-3 \frac{R}{X}} \quad \Longrightarrow \quad k=1,8 \text{ para redes BT}$$

(existe alguma resistência, parte real da impedância quase nula)

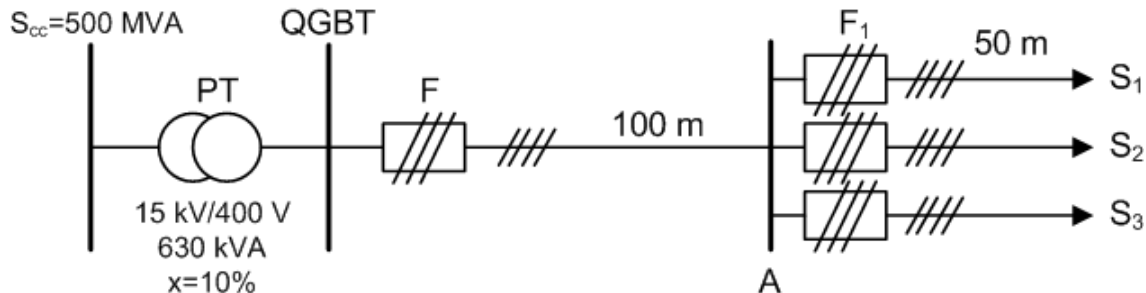
$$i_{pico} = \sqrt{2} \times k \times I_{cc}$$

$$i_{pico} = \sqrt{2} \times 1,8 \times I_{cc} \quad (A);$$

Conclusão: Os valores de Mercado são 100 kA e de 120 kA. De acordo com o valor obtido na i_{pico} escolhe-se um destes poderes de corte para o fusível.

Não é necessário calcular o poder de corte dos fusíveis a jusantes deste, pois o Z_{eq} cresce e consequentemente diminui a corrente de pico no extremo da canalização principal.

Cálculo do Poder de Corte do Fusível a jusante do calculado anteriormente:



$$R_{Cabo\ 70^\circ\ Fase} = 0,268\ \Omega/km$$

$$L_{Cabo\ 70^\circ\ Fase} = 0,23\ m\ H/km$$

$$\underline{Zr} = l_{Fase} \times R_{Cabo\ 70^\circ\ Fase} + j\ 2\pi \times 50 \times l_{Fase} \times L_{Cabo\ 70^\circ\ Fase}$$

Nota: f da rede = 50 Hz;

$$Z_{Base} = \frac{U_n^2}{S_b} = \frac{400^2}{500 \times 10^6} = 0,00032\ \Omega$$

$$\underline{Z} = \frac{\underline{Zr}}{Z_{Base}}\quad (p.u)\text{ cabo}$$

$$Z_{eq} = Z + (Z\text{ calculado anteriormente})\quad (p.u);$$

Nota: estamos na BT logo passa a ser C=1.

$$I_{cc\ p.u} = \frac{c \times U_c}{|Z_{eq}|} = \frac{1 \times 1}{Z_{eq}} = \dots$$

$$I_{cc} = I_{cc\ p.u} \times I_{base}$$