

Protecção das instalações eléctricas



Aparelhos de protecção

Os aparelhos de protecção têm como função proteger todos os elementos que constituem uma instalação eléctrica contra os diferentes tipos de defeitos que podem ocorrer.

Os principais **tipos de defeitos** que podem ocorrer num circuito são:

Sobreintensidades

Sobretensões

Subtensões

Sobreintensidade

Se a corrente eléctrica de serviço (I_B) ultrapassar o valor máximo (I_z) permitido nos condutores diz-se que há uma **sobreintensidade**.

Por exemplo, **demasiados aparelhos ligados simultaneamente num mesmo circuito** podem originar uma **sobrecarga** que é uma sobreintensidade em que a corrente de serviço no circuito é superior ou ligeiramente superior à intensidade máxima permitida nos condutores ($I_B > I_z$).

Se, por exemplo, **dois pontos do circuito com potenciais eléctricos diferentes entram em contacto directo entre si** estamos na presença de um **curto – circuito** que é uma sobreintensidade em que a corrente de serviço no circuito é muito superior à intensidade máxima permitida nos condutores ($I_B \gg I_z$).

Aparelhos de protecção contra sobreintensidades

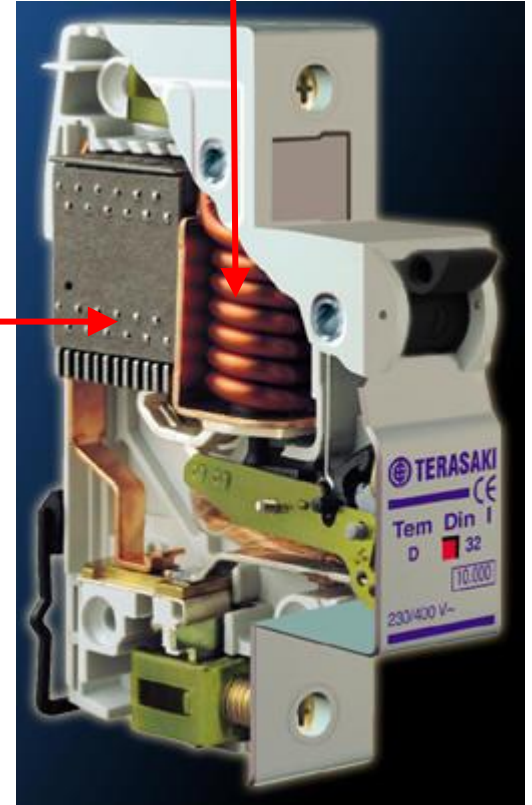
Para proteger os circuitos contra sobreintensidades (sobrecargas ou curto – circuitos) são usados **disjuntores magnetotérmicos** ou **corta circuitos fusíveis** que interrompem automaticamente a passagem da corrente no circuito, evitando um sobreaquecimento dos condutores que pode originar um incêndio.



Disjuntores de baixa tensão

Um disjuntor é constituído pelo **relé**, com um órgão de disparo (disparador) e um órgão de corte (o interruptor) e dotado também de convenientes meios de extinção do arco eléctrico (câmaras de extinção do arco eléctrico).

Como disjuntor mais vulgar fabrica-se o **disjuntor magnetotérmico** que possui um relé electromagnético que protege contra curto – circuitos e um relé térmico, constituído por uma lâmina bimetálica, que protege contra sobrecargas.



Características dos disjuntores

- **Corrente estipulada** (vulgarmente designada por calibre): valor para o qual o disjuntor não actua.
Correntes estipuladas: 6 – 10 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125 A.
- **Corrente convencional de não funcionamento**: valor para o qual o disjuntor não deve funcionar durante o tempo convencional.
- **Corrente convencional de funcionamento**: valor para o qual o disjuntor deve funcionar antes de terminar o tempo convencional.
- **Poder de corte** : corrente máxima de curto-circuito que o disjuntor é capaz de interromper sem se danificar.
Os poderes de corte estipulados normalizados são: 1,5 – 3 – 4,5 – 6 – 10 KA

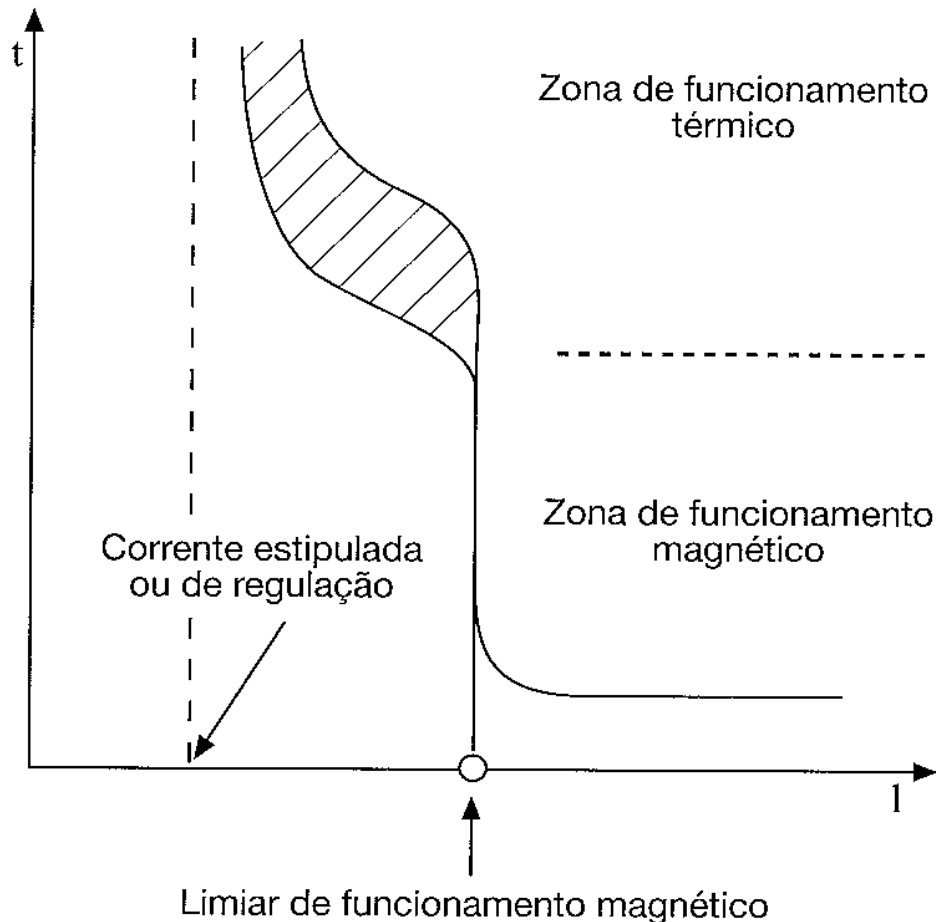
EXEMPLO:

Calibre (I_n)	Corrente convencional de não funcionamento (I_{nf})	Corrente convencional de funcionamento (I_2)	Poder de corte (P_{dc})
16 A	18 A ($1,13 \times I_n$)	23 A ($1,45 \times I_n$)	6 KA

Para uma corrente estipulada do disjuntor $\leq 63A$ o tempo convencional é de 1 hora, para uma corrente estipulada $> 63 A$ o tempo convencional é de 2 horas.

Curva característica do disjuntor

Consoante os fabricantes, tendo em conta as zonas características de funcionamento, podem definir-se vários tipos de disjuntores:



Tipo B (equivalente ao **tipo L** na norma francesa e alemã): o seu limiar de disparo magnético é muito baixo (ideal para curto – circuitos de valor reduzido).

Tipo C (equivalente ao **tipo U** e **tipo G** na norma francesa e alemã respectivamente): o seu limiar de disparo magnético permite-lhe cobrir a maioria das necessidades.

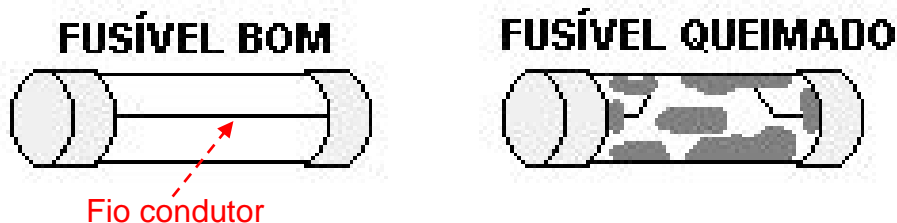
Tipo D (equivalente ao **tipo D** e **tipo K** na norma francesa e alemã respectivamente): o seu limiar de disparo magnético alto permite utilizá-lo na protecção de circuitos com elevadas pontas de corrente de arranque.

Fusíveis

Um corta – circuitos fusível é constituído por um fio ou lâmina condutora, dentro de um invólucro.

O fio ou lâmina condutora (prata, cobre, chumbo...) é calibrado de forma a poder suportar sem fundir, a intensidade para a qual está calibrado.

Se a intensidade ultrapassar razoavelmente esse valor, ele deve fundir (interrompendo o circuito) tanto mais depressa quanto maior for o valor da intensidade da corrente.



Tipos de fusíveis

Fusível do tipo Gardy



Fusível do tipo cartucho

Tamanhos mais usuais: 00; 1; 2; 3; 4

Fusível do tipo rolo



Fusível do tipo cilíndrico

Tamanhos mais usuais:

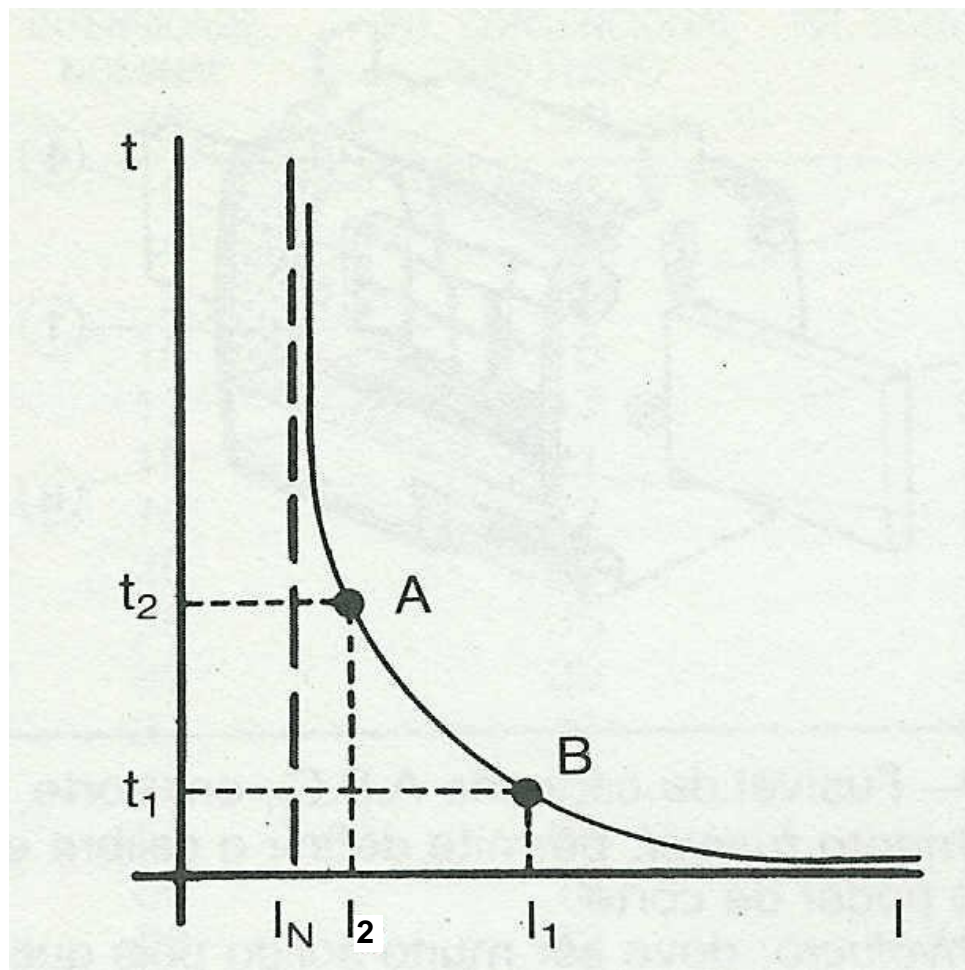
8,5 x 31,5; 10,3 x 38;

14 x 51; 22 x 58 mm

Características dos fusíveis

- **Corrente estipulada** (I_n) é a intensidade de corrente que o fusível pode suportar permanentemente sem fundir.
- **Corrente convencional de não funcionamento** (I_{nf}) valor da corrente para o qual o fusível não deve funcionar durante o tempo convencional.
- **Corrente convencional de funcionamento** (I_2) valor da corrente para o qual o fusível deve funcionar antes de terminar o tempo convencional
- **Poder de corte** (P_{dc}) é a máxima intensidade de corrente que o fusível é capaz de interromper, sem destruição do invólucro do elemento fusível.
- **Tensão nominal** (U_n) é a tensão que serve de base ao dimensionamento do fusível, do ponto de vista do isolamento eléctrico.

Curva característica do fusível



Curva intensidade - tempo de fusão – é a curva que relaciona os valores da intensidade à qual o fusível funde com o respectivo tempo que o fusível demora a fundir.

O fusível não funde para a sua intensidade nominal (I_N) ou calibre.

O fusível funde em B mais depressa do que em A, visto que I é mais elevado em B.

Tipos de fusíveis

- **Fusíveis de acção lenta – tipo gG**

Estes fusíveis são do “tipo Geral” e designam-se por fusíveis de acção lenta. São previstos para protecção contra sobrecargas e contra curto – circuitos.

- **Fusíveis de acção rápida – tipo aM**

São previstos para a protecção contra curto – circuitos. Não funcionam para pequenas e médias sobrecargas.

Protecção contra sobrecargas

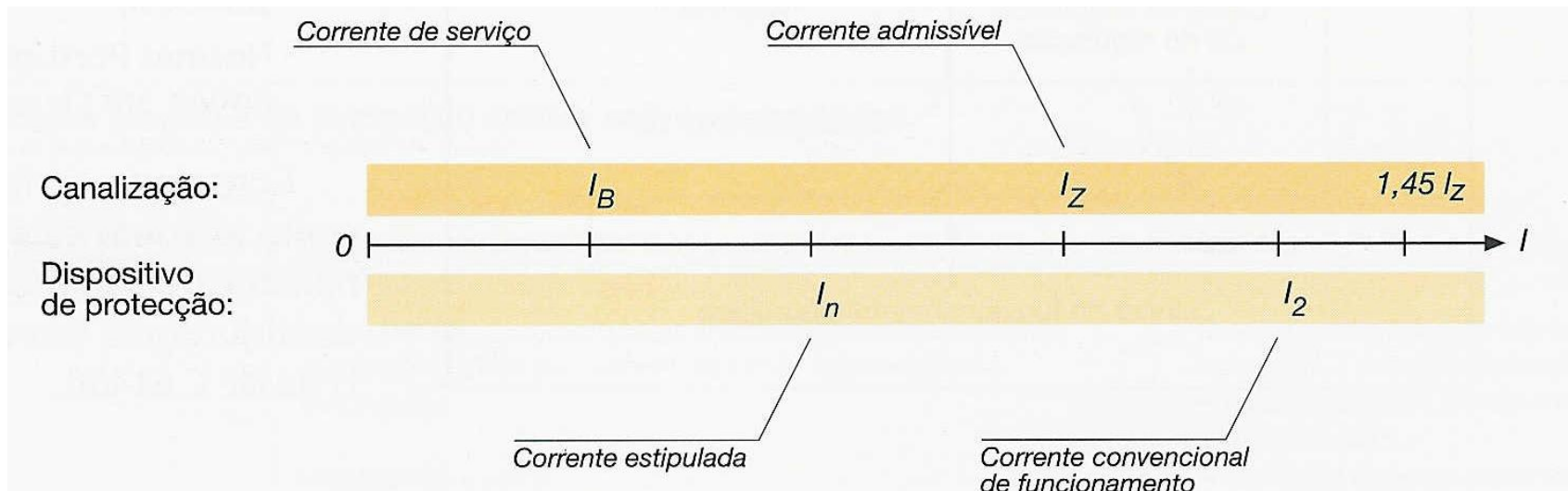
A protecção contra sobrecargas das canalizações eléctricas é assegurada se as características dos aparelhos de protecção respeitarem **simultaneamente** as seguintes condições:

A corrente estipulada do dispositivo de protecção (I_n) seja maior ou igual à corrente de serviço da canalização respectiva (I_B) e menor ou igual que a corrente máxima admissível na canalização (I_Z).

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

A corrente convencional de funcionamento do dispositivo de protecção (I_2) seja menor ou igual que 1,45 a corrente máxima admissível na canalização (I_Z).

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$



Exercício de aplicação

Selecione o calibre (I_n) do disjuntor de **protecção contra sobrecargas** de uma canalização constituída por condutores H07V-U com secção de $2,5 \text{ mm}^2$, em tubo, que vai alimentar uma máquina de lavar roupa cuja intensidade de serviço (I_B) é de $14,6 \text{ A}$.

$$I_B = 14,6 \text{ A}$$

$$s = 2,5 \text{ mm}^2 \rightarrow I_Z = 19,5 \text{ A (Quadro 52-C1 - Parte 5 / Anexos das RTIEBT)}$$

1ª condição:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

A intensidade nominal do disjuntor (I_n) terá que ser maior ou igual a $14,6 \text{ A}$ (I_B). Sabendo que as correntes estipuladas dos disjuntores são de $6 - 10 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40$...encontramos nessa situação o disjuntor com uma intensidade nominal de 16 A . Assim, a 1ª condição está verificada:

$$14,6 < 16 < 19,5$$

2ª condição:

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

A corrente convencional de funcionamento (I_2) do disjuntor de 16 A é de 23 A ($1,45 \times I_n$). A 2ª condição está verificada já que:

$$\begin{aligned} 23 &\leq 1,45 \times 19,5 \\ 23 &< 28,3 \end{aligned}$$

O calibre ou a intensidade nominal do disjuntor a utilizar seria de 16 A .

Protecção contra curto-circuitos

A protecção contra curto-circuitos das canalizações eléctricas é assegurada se as características dos aparelhos de protecção respeitarem simultaneamente as seguintes condições:

Regra do poder de corte: o poder de corte não deve ser inferior à corrente de curto-circuito presumida no ponto de localização.

$$I_{cc} \leq P_{dc}$$

Regra do tempo de corte: o tempo de corte resultante de um curto-circuito em qualquer ponto do circuito não deverá ser superior ao tempo correspondente à elevação da temperatura do condutor ao seu máximo admissível.

Para curto-circuitos de duração até 5s, o tempo aproximado correspondente à elevação da temperatura do condutor ao seu máximo admissível é dado pela expressão:

$$\sqrt{t} = Kx (S / I_{cc})$$

t - tempo expresso em segundos

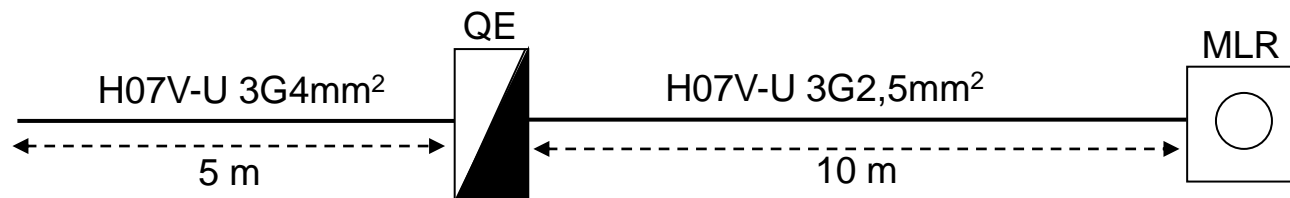
S – secção dos condutores em mm²

I_{cc} – corrente de curto-circuito em A, para um defeito franco no ponto mais afastado do circuito.

K – constante, variável com o tipo de isolamento e da alma condutora, igual a 115 para condutores de cobre e isolamento em PVC.

Exercício de aplicação

Verificar se o disjuntor de 16A anteriormente seleccionado para protecção contra sobrecargas pode ser utilizado na protecção conta curto – circuitos sabendo que:



Regra do poder de corte

- Cálculo da resistência do conduto a jusante do quadro eléctrico (QE):
 $R = (\rho \times l) / s \rightarrow R = (0.0225 \times 10) / 2,5 \rightarrow R = 0,09 \, \Omega$
- Cálculo da resistência do conduto a montante do quadro eléctrico (QE):
 $R = (\rho \times l) / s \rightarrow R = (0.0225 \times 5) / 4 \rightarrow R = 0,028 \, \Omega$
- Resistência total do condutor: $0,09 + 0,028 = 0,118 \, \Omega$
- Cálculo da corrente de curto – circuito:

$$I_{cc} = U / R \rightarrow I_{cc} = 230 / 0,118 \rightarrow I_{cc} = 1949 \, A$$

Se esse disjuntor tiver um poder de corte (Pdc) de 3KA pode ser utilizado, já que cumpre a condição: **$I_{cc} \leq Pdc$**

NOTA: Os poderes de corte estipulados normalizados são: 1,5 – 3 – 4,5 – 6 – 10 KA

Exercício de aplicação

Regra do tempo de corte

$$\sqrt{t} = K \times (S / I_{cc})$$

t - tempo de corte de um curto – circuito expresso em segundos

S – secção dos condutores em mm²

I_{cc} – corrente de curto-circuito em A, para um defeito franco no ponto mais afastado do circuito.

K – constante, variável com o tipo de isolamento e da alma condutora, igual a 115 para condutores de cobre e isolamento em PVC.

$$\sqrt{t} = K \times (S / I_{cc})$$

$$\sqrt{t} = 115 \times (2,5 / 1949)$$

$$\sqrt{t} = 0,15$$

$$t = 0,023 \text{ s}$$

Como o tempo de corte (23 ms) é menor do que 5 segundos, está verificada a regra do tempo de corte.

A protecção contra curto-circuitos das canalizações eléctricas é assegurada já que as características do aparelho de protecção respeita simultaneamente as duas condições.

Selectividade dos aparelhos de protecção

Diz-se que há **selectividade** dos aparelhos de protecção quando em caso de defeito apenas actua o aparelho de protecção imediatamente a montante do defeito.

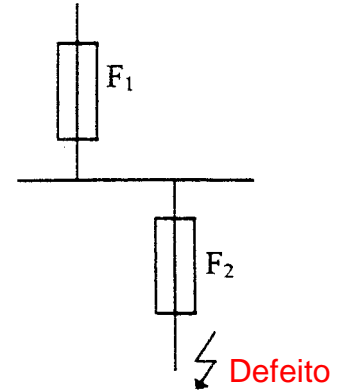
Na prática a selectividade é garantida se:

- A intensidade nominal do corta circuito fusível colocado a montante for igual ou maior a três vezes a intensidade nominal do corta-circuitos fusível colocado a jusante (**selectividade entre corta-circuitos fusível**).
- A intensidade nominal do disjuntor colocado a montante for igual ou maior a duas vezes a intensidade nominal do disjuntor colocado a jusante (**selectividade entre disjuntores**).
- As curvas características do aparelho de protecção contra sobrecargas e do aparelho de protecção contra curto-circuitos forem tais que actue o primeiro aparelho situado a montante (**selectividade entre disjuntores e corta – circuitos fusível**).

Selectividade dos aparelhos de protecção

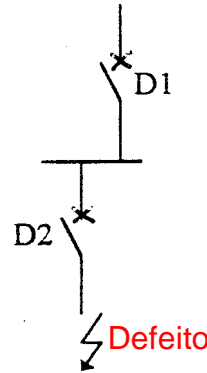
Selectividade entre corta-circuitos fusível:

$$I_{NF1} \geq 3 \times I_{NF2}$$

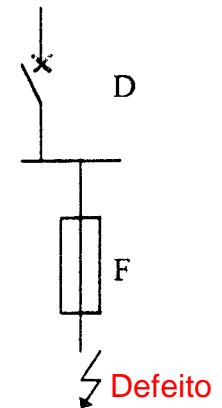
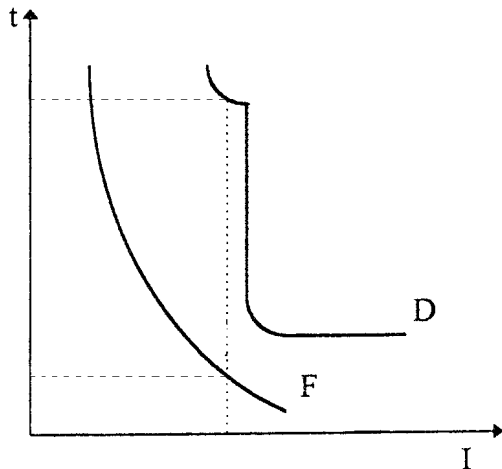


Selectividade entre disjuntores:

$$I_{ND1} \geq 2 \times I_{ND2}$$



Selectividade entre disjuntores e corta – circuitos fusível



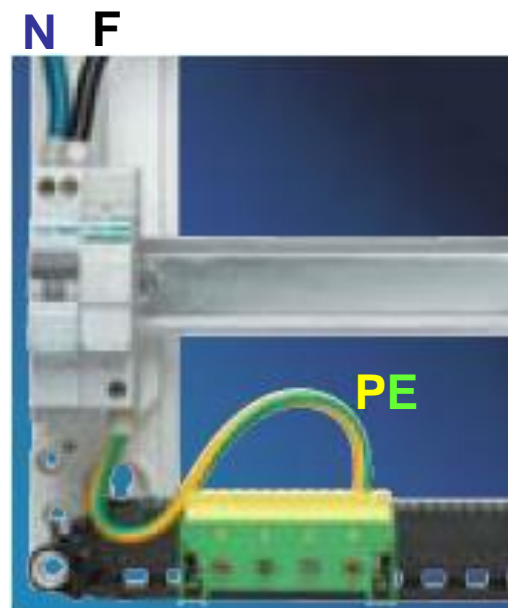
Sobretensão

As sobretensões (aumento da tensão) podem ser de origem externa (descarga atmosférica nas linhas) ou de origem interna (falsas manobras, deficiências de isolamento com linhas de tensão mais elevada).

As sobretensões são geralmente bruscas e podem danificar a aparelhagem eléctrica, particularmente a de informática e de electrónica.

Descarregador de SobreTensão

Para a protecção contra sobretensões usa-se um **descarregador de sobretensões** (DST) a instalar à entrada da instalação (a montante ou a jusante do dispositivo diferencial). Este tipo de protecção é recomendada quando as instalações forem abastecidas por redes aéreas de distribuição em BT (condutores nus ou torçadas) e quando a segurança de bens e/ou a continuidade de serviço forem relevantes.



Subtensão

As subtensões (abaixamento da tensão) podem ocorrer por:

Excesso de carga ligada (originando quedas de tensão nas linhas e cabos)

Desequilíbrio acentuado na rede trifásica

Rotura de uma das fases

Contactos à terra de uma fase