

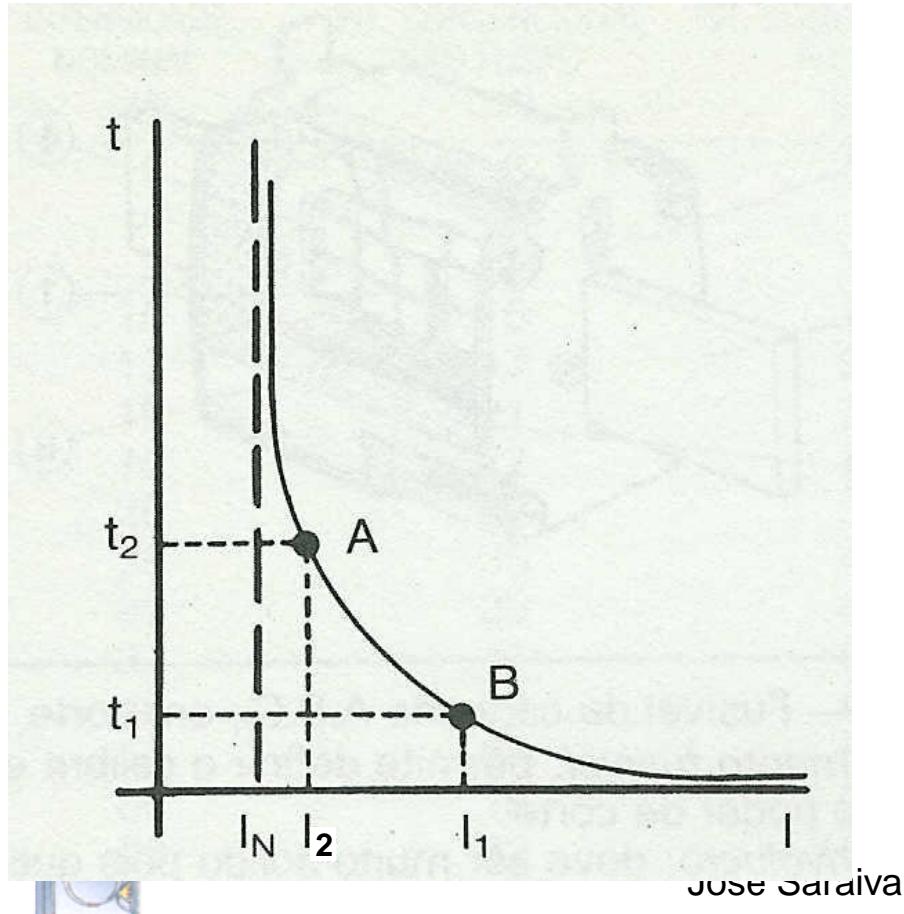


# CTeSP – Instalações eléctricas e Automação

## Aula 08 - Aparelhagem e Medidas Eléctricas



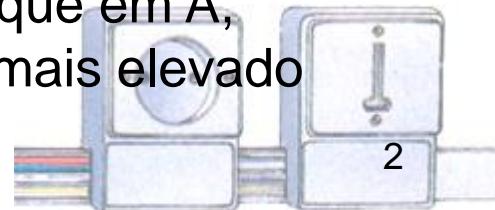
## Curva característica do fusível



A relação Intensidade da corrente ( $I$ ) – tempo de fusão ( $t$ ) é representada por uma curva designada por “curva característica do fusível”.

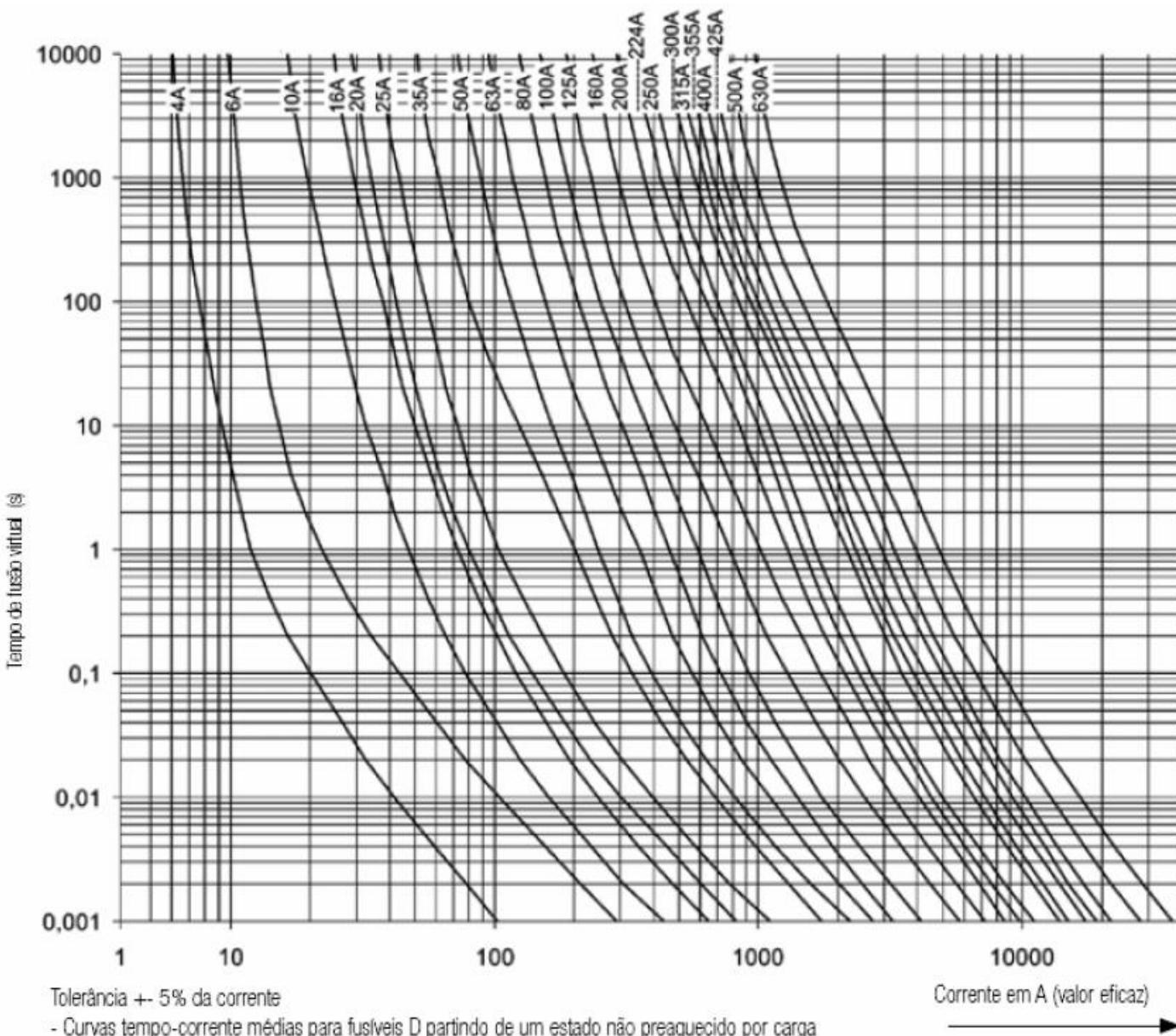
O fusível não funde para a sua intensidade nominal ( $I_N$ ) ou calibre.

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

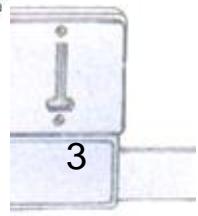




# Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível-NH



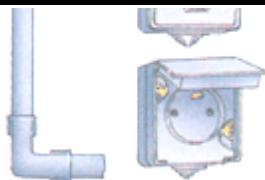
FONTE: Catálogo WEG de fusíveis



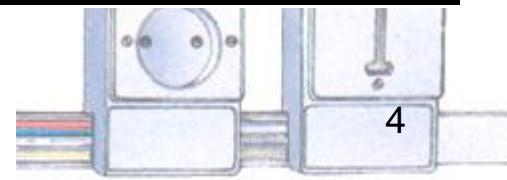


# Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

FUSE TYPE	TYPICAL INDUSTRIAL APPLICATIONS	OPERATING RANGE
gG	General purpose fuse essentially for conductor protection	Full range
gM	Motor protection	Full range
aM	Motor circuits protection against short circuit only	Partial range
gN	North American fast acting fuse for general purpose applications, mainly for conductor protection (for example fuse class J and class L)	Full range
gD	North American general purpose time-delay fuse for motor circuit protection and conductor protection (for example: fuse class AJT, RK5 and A4BQ)	Full range
aR	IEC 269 fuse for semi conductor protection	Partial range
gTr	Transformer protection	Full range
gR, gS	Fuse for semi conductor protection and conductor protection	Full range
gL, gF, gl	Former type of fuses for conductor protection replaced today by the gG fuses	Full range



José Saraiva

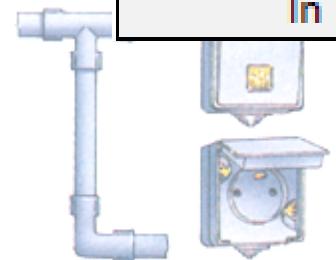




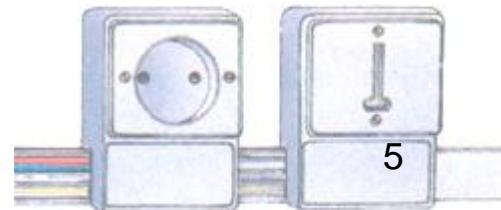
# Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

Correntes características dos Fusíveis dos fusíveis gG		
Corrente estipulada $I_n$	Corrente convencional de não funcionamento $I_{nf}$	Corrente convencional de funcionamento $I_2$
Até 4 A	$1,5 \times I_n$	$2,1 \times I_n$
$4 A < I_n \leq 16 A$	$1,5 \times I_n$	$1,9 \times I_n$
$I_n > 16 A$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$

Tempos convencionais de funcionamento dos Fusíveis gG	
Corrente estipulada $I_n$	Tempo convencional de funcionamento $t$
Até 63 A	1 h
$63 A < I_n \leq 160 A$	2 h
$160 A < I_n \leq 400 A$	3 h
$I_n > 400 A$	4 h



José Saraiva

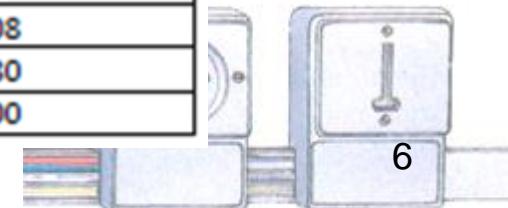




# Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

Correntes características dos Fusíveis dos fusíveis gG		
Corrente estipulada In (A)	Corrente convencional de não funcionamento Inf (A)	Corrente convencional de funcionamento I2 (A)
2	3	4
4	6	8
6	9	11
8	12	15
10	15	19
12	18	23
16	24	30
20	25	32
25	31	40
32	40	51
40	50	64
50	63	80
63	79	101
80	100	128
100	125	160
125	156	200
160	200	256
200	250	320
250	313	400
315	394	504
400	500	640
500	625	800
630	788	1008
800	1000	1280
1000	1250	1600

Jose Saraiva

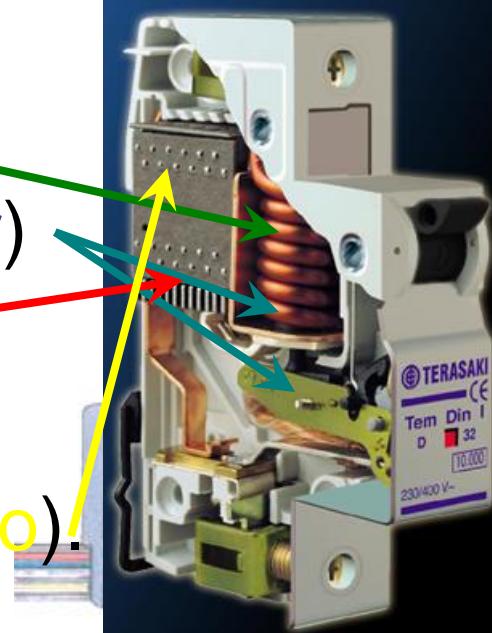




# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- O disjuntor é um aparelho de corte, comando e protecção, dotado de conveniente poder de corte para correntes de curto-circuito e cuja actuação se pode produzir automaticamente em condições predeterminadas (artigo 39 RSIUEE).
- Na prática o disjuntor é constituído por um órgão de medida (**Relé**), com um órgão de disparo (**disparador**) e um órgão de corte (**interruptor**) dotado de mecanismo de extinção de arco eléctrico (**câmaras de extinção**).  

Jose Saraiava



## Normas:

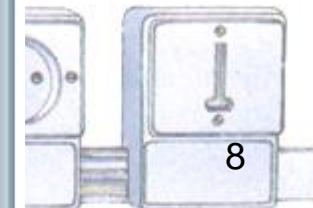
- Os disjuntores de BT são normalizados pela norma internacional IEC 60947-2;**
  - Esta norma regula os disjuntores de BT quando a tensão nominal não ultrapassa 1000 V ca ou 1500 V cc;
- A norma IEC 60898 é especificamente para tensões e correntes nominais inferiores ou iguais a 440 V e 125 A respectivamente ;**
  - Não se aplica aos disjuntores destinados à proteção de motores e àqueles cuja regulação de corrente seja acessível ao utilizador.
- As prescrições relativas aos disjuntores para equipamentos constam da IEC 60934, enquanto os disjuntores utilizados como dispositivos de arranque de motores são tratados, pelo menos parcialmente, pela IEC 60947-4.**

# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

Tab. I – As diferentes categorias de disjuntores BT

Categoría	Características	Normas	Correntes nominais	Aplicações
Minidisjuntores – Disjuntores para instalações domésticas e análogas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção modular, montagem em trilho (quando padrão DIN)</li> <li>• Disparador não ajustável</li> </ul>	IEC 60898	0,5 a 125 A	Proteção de circuitos terminais em instalações com tensão de no máximo 440 VCA
Disjuntores para uso geral: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disjuntores em caixa moldada</li> <li>• Disjuntores de potência</li> </ul>	<p>Construção consagrada, e tecnologia em constante aperfeiçoamento. Ampla variedade de disparadores e acessórios</p> <p>Ao lado da tradicional construção aberta, versões em invólucros isolantes. Unidades de disparo versáteis e com amplos recursos, incluindo comunicação</p>	IEC 60947-2	40 a 3200 A 630 a 6300 A	Proteção de circuitos principais, de distribuição e terminais  Proteção do quadro geral (QGBT)
Disjuntor-motor	Características apropriadas às dos motores. Podem ser usados como dispositivo de partida.	IEC 60947-2 IEC 60947-4.1	0,1 a 63 A	Circuitos de alimentação de motores, máquinas e processos industriais
Disjuntores para equipamentos	Dispositivos simples, geralmente proporcionando proteção contra sobrecargas mas não contra curtos-circuitos	IEC 60934	0,1 a 125 A	Destinados a ser incorporados a equipamentos de utilização (eletrodomésticos, bombas, etc.)



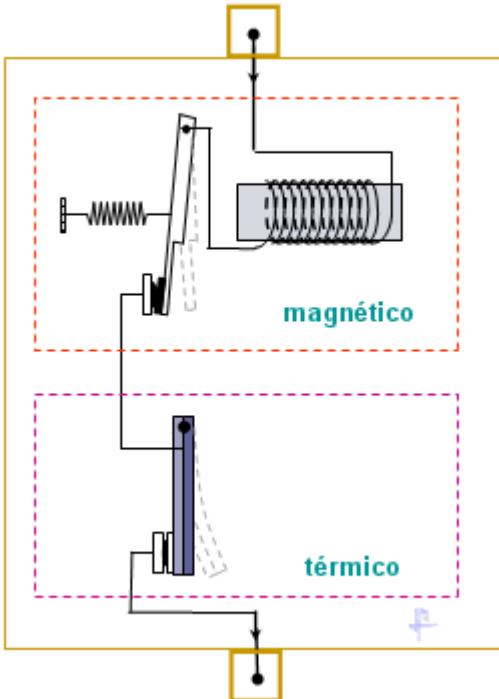


# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- É um aparelho utilizado na protecção de circuitos eléctricos, contra curto-circuitos e sobrecargas em substituição dos fusíveis com a vantagem de em caso de actuação não ser necessária a sua substituição, bastando apenas efectuar um rearme manual na botoneira para o efeito.

### Tipos de disparo



- **Magnético:** Funciona à base de uma bobine em série com o circuito com um núcleo de material metálico que se movimenta de acordo com a intensidade de corrente que circula no circuito, em caso de curto-circuito é feito um accionamento mecânico do interruptor.
- **Térmico:** Funciona à base de uma lâmina bimetálica deformável que faz o disparo térmico, quando passa uma corrente superior à nominal durante um certo período de tempo (sobrecarga).

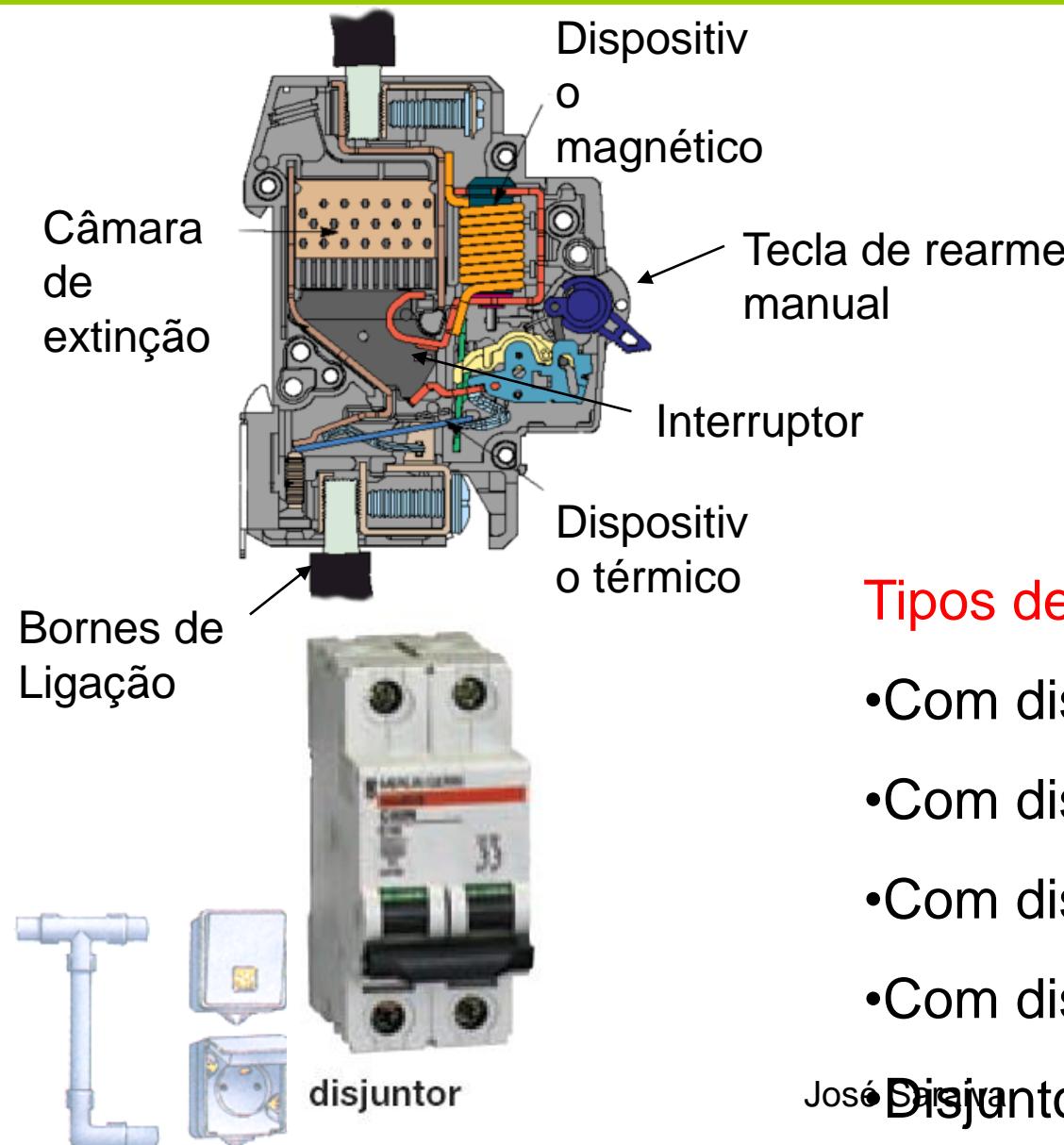
José Saraiva





# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor



### Câmara de extinção de arco

Serve para eliminar o arco eléctrico no ambiente do interruptor, o mais rapidamente possível, de forma a proteger os contactos eléctricos do disjuntor.

### Tipos de Disjuntores:

- Com disparador térmico;
- Com disparador magnético
- Com disparador magnetotérmico;
- Com disparador electrónico;

José • Disjuntor diferencial.

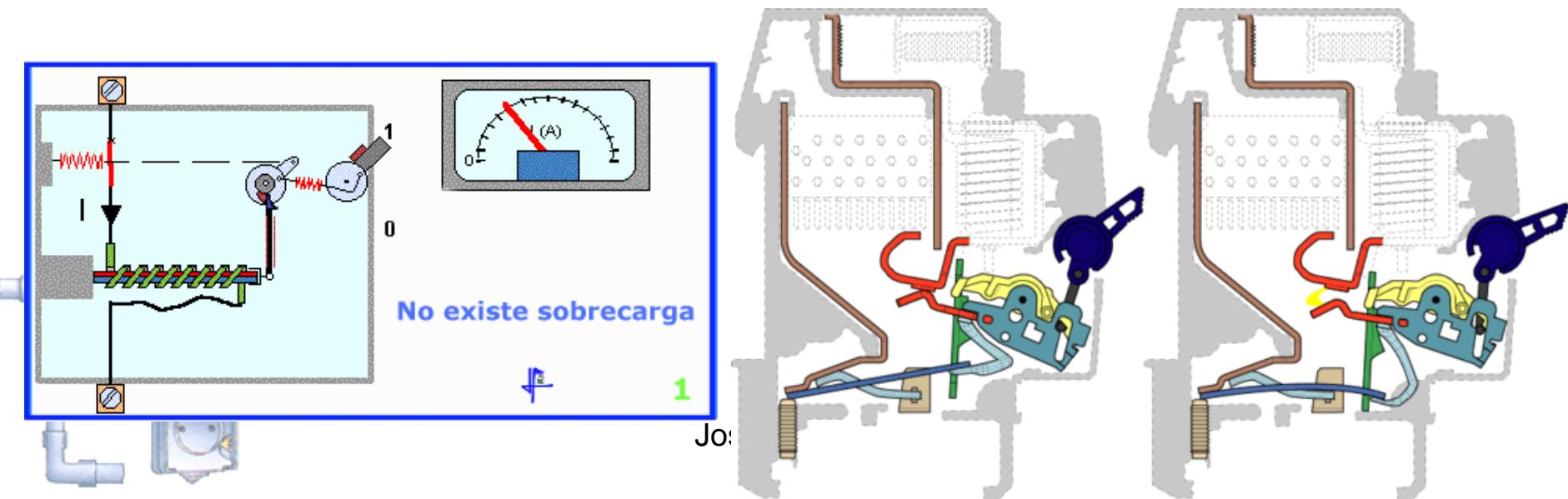




# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- Um **disparo térmico** por sobrecarga não acontece por si só, por exemplo num circuito onde existam apenas aquecedores, iluminação ou cargas resistivas, mas se forem todas ligadas em simultâneo ou forem adicionadas mais cargas ao circuito teremos um disparo térmico.
- No caso dos motores estes podem provocar disparos térmicos se for exigida uma potência superior à nominal , e ainda no arranque dos motores que podem atingir até 6 vezes a corrente nominal do mesmo.

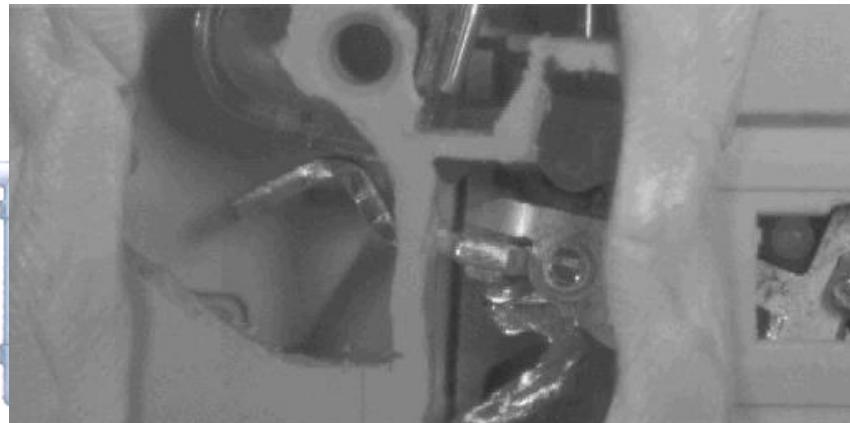
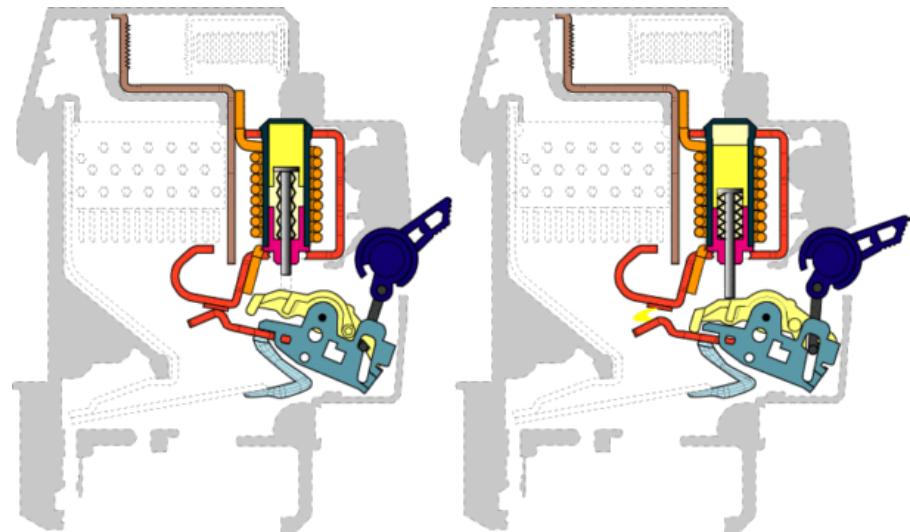
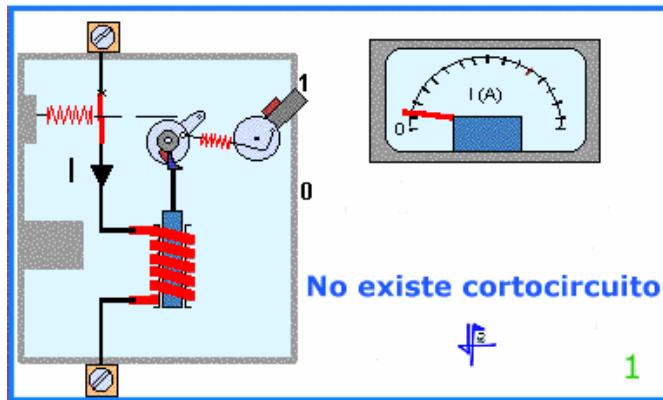




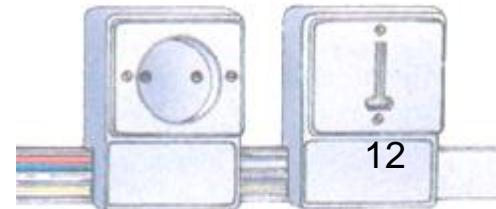
# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- Um **disparo magnético** acontece sempre que exista um curto-círcuito, o que faz aumentar bruscamente a corrente no circuito, por sua vez essa corrente passa pelo circuito magnético do disjuntor que faz movimentar um núcleo metálico que acciona o órgão de disparo.



Saraiva



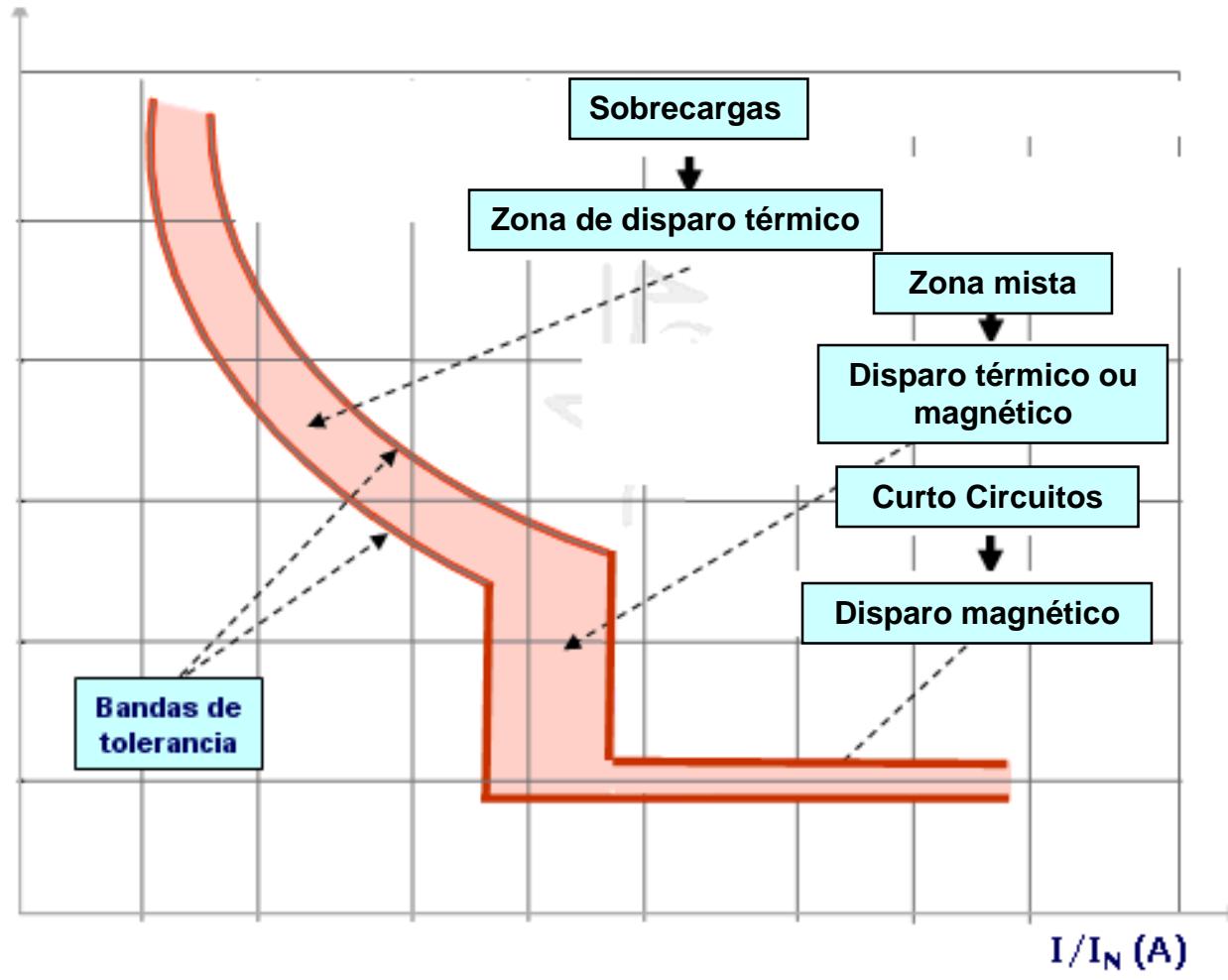


# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- Curva de disparo de um disjuntor

disparo (ms)



$I/I_N$  (A)

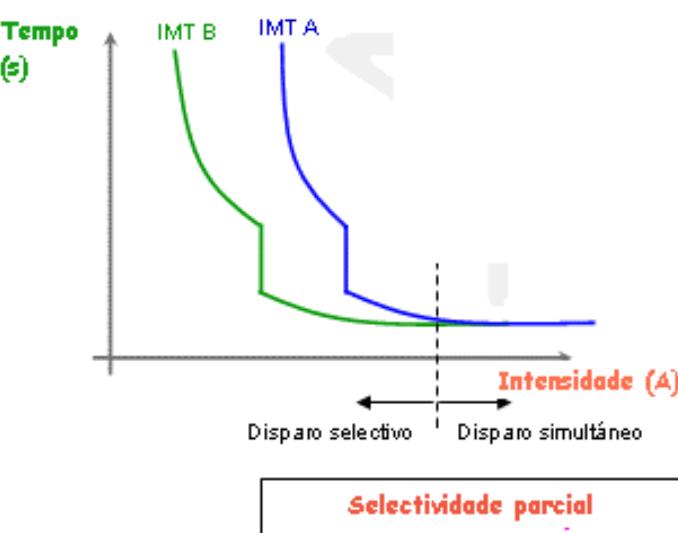
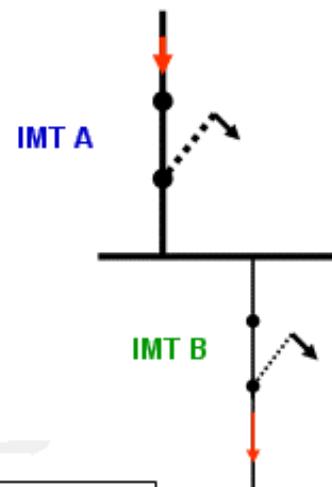
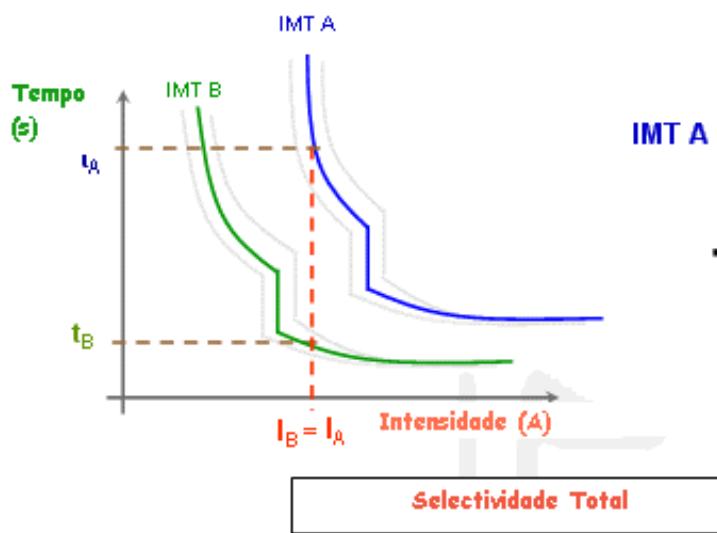
13



# Aparelhagem eléctrica

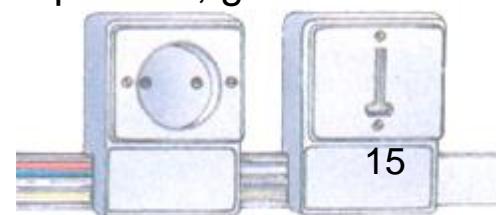
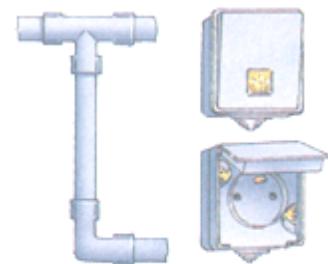
## Disjuntor

- Selectividade entre disjuntores
  - Diz-se que a selectividade existe sempre que o primeiro disjuntor a efectuar o disparo seja o disjuntor mais próximo do defeito.
    - Selectividade total – acontece sempre que o que foi dito anteriormente se verifique.
    - Selectividade parcial – acontece quando acima de determinados valores possa acontecer mais do que um disparo simultâneo.





- Existem dois tipos de disjuntores normalizados
  - Disjuntores tipo Industrial
  - Disjuntores tipo doméstico
- **Disjuntores tipo industrial**
  - Estes disjuntores obedecem à norma CEI 60947, e as características mais comuns são:
    - Correntes estipoladas  $I_n$  sem limites ou definições impostas e normalmente reguláveis;
    - Tensão estipulada  $U_n$  limitada a 1000 Volts;
    - Curva característica definida pelo fabricante;
    - Poder de corte:
      - Poder de corte último ( $I_{cu}$  – corresponde ao máximo poder de corte do aparelho, efectuado com um único ensaio);
      - Poder de corte em serviço ( $I_{cs}$  – Poder de corte do aparelho, garantido para um funcionamento múltiplo).





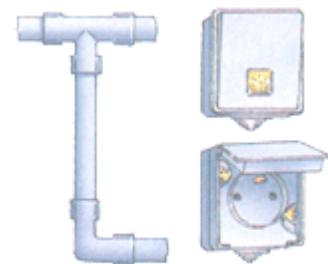
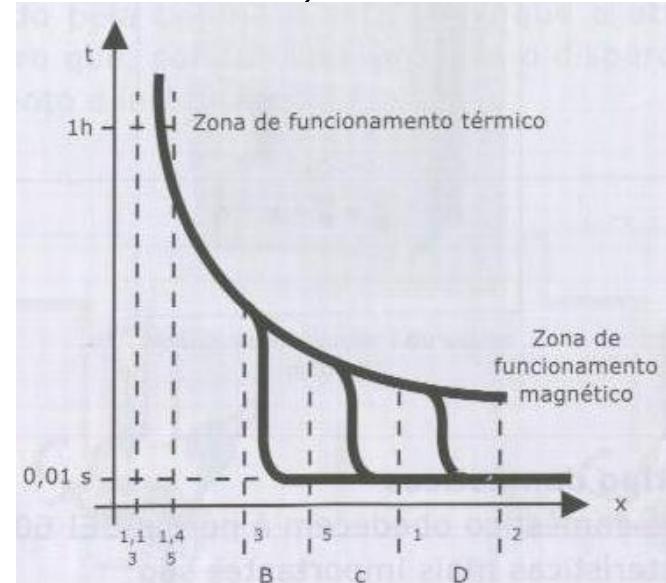
- Disjuntores do tipo doméstico
  - Os disjuntores do tipo doméstico obedecem à norma CEI 60898, e as características mais importantes são:
    - Corrente estipulada limitada a 125 A;
    - Não são reguláveis;
    - Tensão estipulada limitada a 440 volts;
    - O poder de corte é indicado como **Poder de corte estipulado** (Pdc) em kA, e poder de corte em serviço (Ics) em ampere (A).
      - Pdc – Corresponde ao máximo poder de corte do aparelho, efectuado com um único ensaio;
      - Ics – Poder de corte do aparelho, garantido para um funcionamento triplo seguido.
  - Estes disjuntores são normalmente providos para a protecção contra sobrecargas e contra curto-circuitos.



# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- Curvas características de funcionamento dos disjuntores:
  - Tipos B, C e D
    - Observam-se no funcionamento dos disjuntores domésticos duas zonas distintas de;
      - Zona de funcionamento térmico, comum às três zonas;
      - Zona de funcionamento magnético, Diferenciadas;

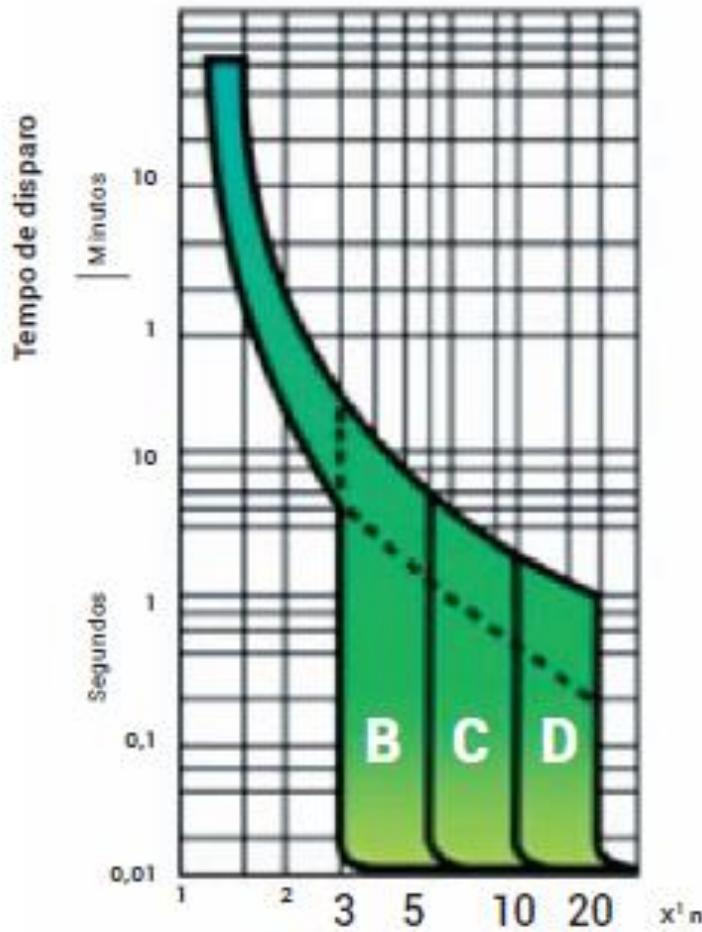


José Saraiva



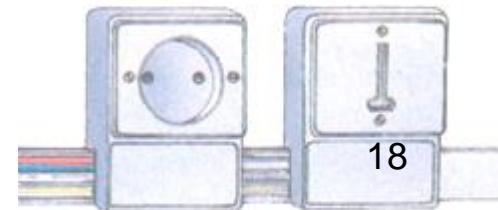
# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor



- **Curva B:** é utilizada na protecção das cargas mais favoráveis, como cargas resistivas, aquecimento, e outros;
- **Curva C:** é utilizada principalmente na protecção de tomadas de corrente e iluminação fluorescente;
- **Curva D:** é utilizada na protecção de cargas bastante indutivas, com correntes de arranque elevadas (motores eléctricos potentes, por exemplo), transformadores, entre outros.

José Saraiva

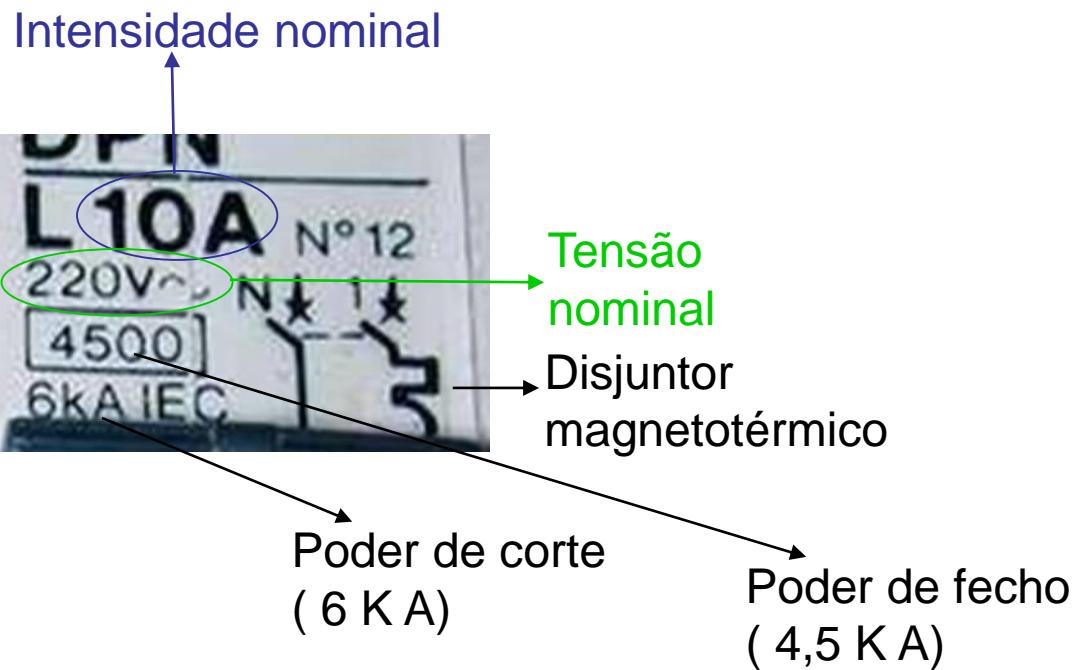
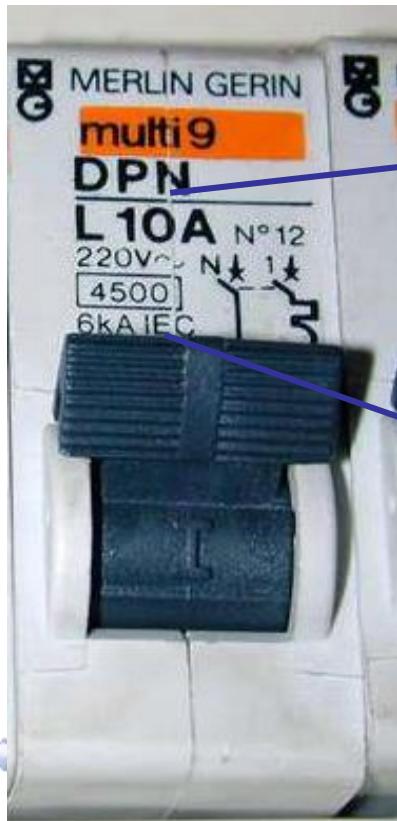




# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

### O que significam as marcações



**O poder de corte** é a maior intensidade de curto – circuito que o disjuntor pode interromper.



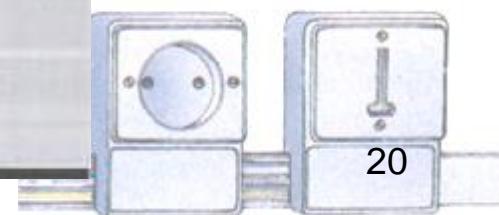
# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- Definição de características
  - $I_{n}$  Corrente estipulada do disjuntor
    - É o valor para o qual o disjuntor não funciona.
  - $I_{nf}$  Corrente convencional de não funcionamento
    - É o valor para o qual o disjunto não deve funcionar durante o tempo convencional.
  - $I_2$  Corrente convencional de funcionamento
    - É o valor para o qual o disjuntor deve funcionar antes de expirar o tempo convencional.

TEMPOS CONVENCIONAIS DE FUNCIONAMENTO DOS DISJUNTORES SEGUNDO CEI 60898	
Corrente estipulada do Disjuntor ( $I_n$ )	Tempo convencional (t)
$\leq 63$ A	1 h
$> 63$ A	2 h

Tabela 1 – Tempos convencionais





# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- Na tabela 2 estão apresentados os valores estipulados e respectivas correntes convencionais dos disjuntores domésticos normalizados (CEI 60898) desde os 10 A até aos 125 A

Corrente estipulada $I_n$ (A)	Corrente convencional de não funcionamento $I_{nf}$ (A)	Corrente convencional de funcionamento $I_2$ (A)
10	11	14
16	18	23
20	22	29
25	28	36
32	36	46
40	45	58
50	56	72
63	71	91
80	90	116
100	113	145
125	141	181

Tabela 2 - Correntes estipuladas e correntes convencionais dos disjuntores De BT



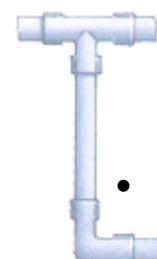
# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- No seguinte quadro apresentam-se as características dos disjuntores de BT segundo interpretação das normas.

DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO		
Características Eléctricas	Tipos	
	Doméstico EN 60898	Industrial CEI 947-2
Tensão estipulada - $U_n$	$\leq 440$ V	$\leq 1000$ V
Corrente estipulada - $I_n$	$I_n \leq 125$ A	Não limitadas
Disparo térmico	$1,13 \times I_n$ a $1,45 \times I_n$	$1,05 \times I_n$ a $1,30 \times I_n$ regulável
Disparo magnético	Curvas: B – 3 a $5 \times I_n$ C – 5 a $10 \times I_n$ D – 10 a $20 \times I_n$	Curvas do fabricante
Poder de corte estipulado-Pdc	$Pdc, I_{cn} \leq 25$ kA	
Poder de corte ultimo - $I_{cu}$	$I_{cu}$	
Poder de corte em serviço $I_{cs}$	$I_{cn} \leq 6$ kA $\Rightarrow I_{cs} = I_{cn}$ $I_{cn} > 6$ kA $\Rightarrow I_{cs} = 0,75 \times I_{cn}$ $I_{cn} \leq 10$ kA $\Rightarrow I_{cs} = 0,75 \times I_{cn}$ $I_{cn} > 10$ kA $\Rightarrow I_{cs} = 0,50 \times I_{cn}$	$I_{cs} = \% I_{cu}$

- Os poderes de corte estipulados normalizados dos disjuntores domésticos são : 1,5 – 3 – 4,5 – 6 – 10 -25 KA



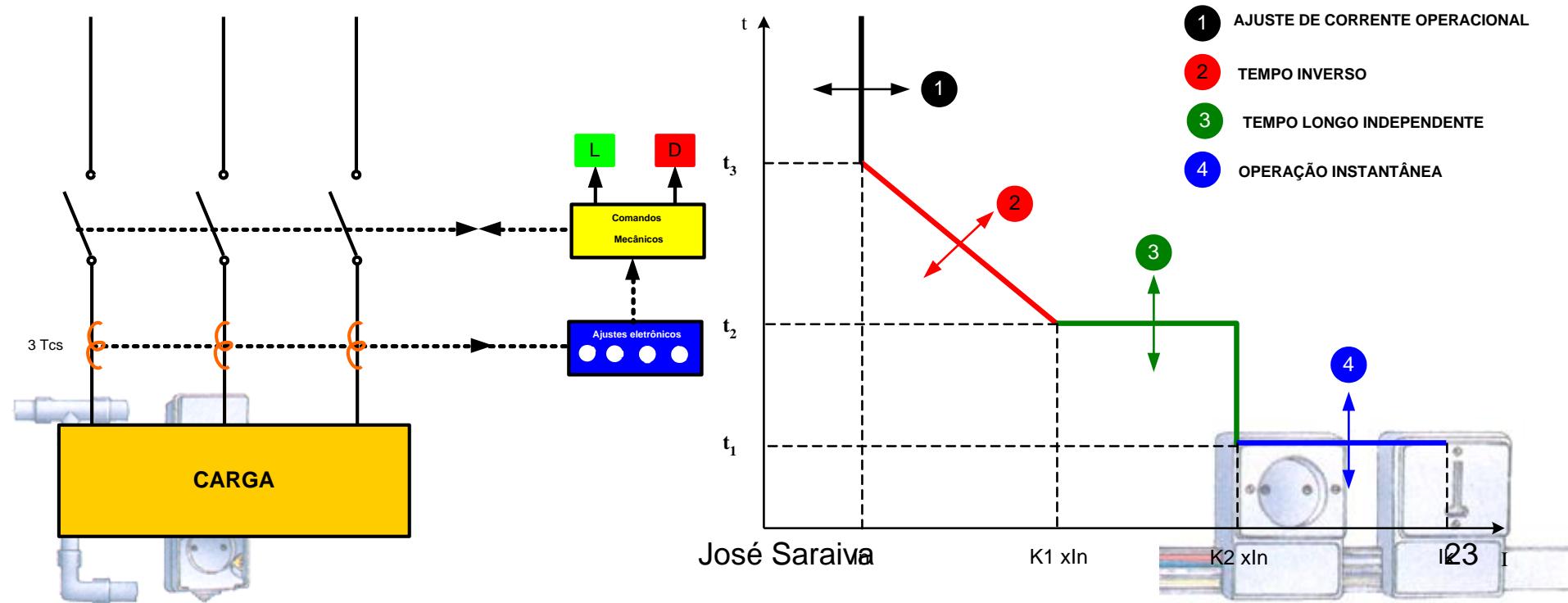


# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

### Disjuntores electrónicos de BT

- O disjuntor electrónico, comprehende sensores de corrente, uma electrónica de processamento dos sinais de comando e actuadores;
- Os sensores de corrente são constituídos por TI e TT e elaboram a imagem da corrente medida. A electrónica processa as informações e, dependendo do valor da corrente medida, determina o disparo do disjuntor no tempo previsto.





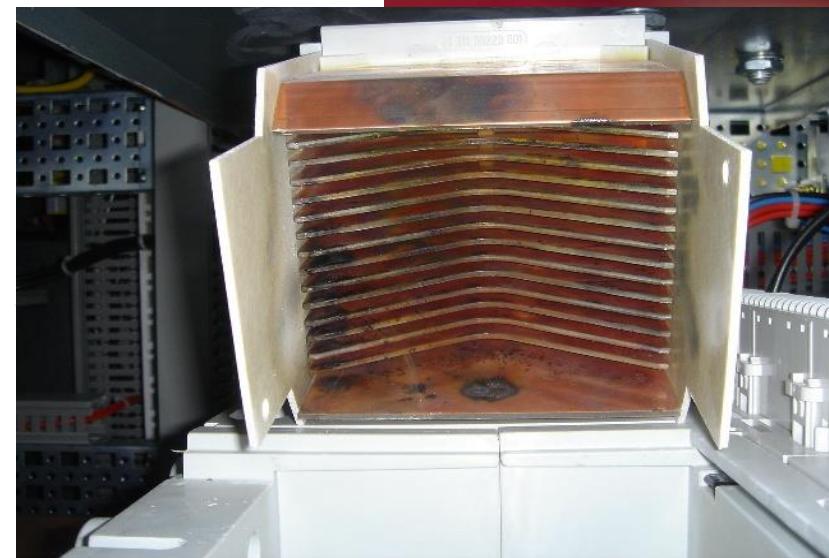
# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

*Disjuntores M-PACT*



Caixa Aberta



José Saraiva

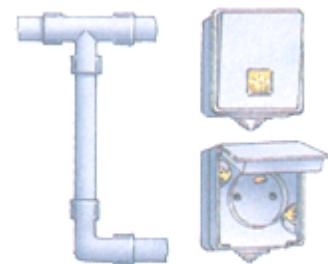




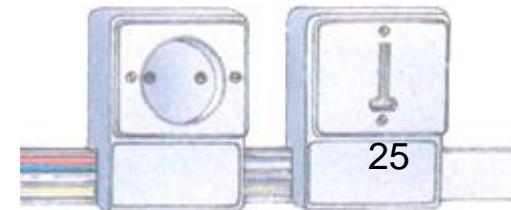
# Dimensionamento de protecções e canalizações

- **Localização das protecções contra curto-circuitos**

- O dispositivo de protecção conta curto-circuito deve ficar localizado nos pontos de cada circuito onde haja redução do valor da corrente admissível devido a qualquer uma das seguintes razões:
  - Redução da secção dos condutores;
  - Mudança da natureza dos condutores;
  - Mudança do modo de aplicação;
  - Alteração da constituição da canalização;



José Saraiva

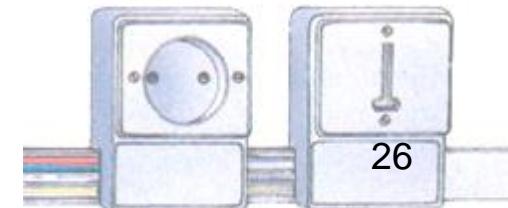




# Dimensionamento de protecções e canalizações

- Excepcionalmente o dispositivo de protecção contra curto-circuitos pode ficar em qualquer ponto do circuito a jusante do ponto onde a corrente admissível baixou, se, simultaneamente, forem verificadas as condições:
  - O troço da canalização do circuito protegido não tem cumprimento superior a 3 metros;
  - O circuito protegido seja estabelecido de forma a reduzir ao mínimo o risco de curto-circuito, o risco de incêndio, e o perigo para os utilizadores;
- A protecção da canalização derivada pode ser ainda protegida pelo dispositivo de protecção contra curto-circuitos da canalização principal, se este possuir características de funcionamento que lhe permitem actuar antes da temperatura dos condutores derivados atingir a temperatura suportada pelo isolamento.
  - Esta regra é traduzida pela “regra do triângulo”.

José Saraiva



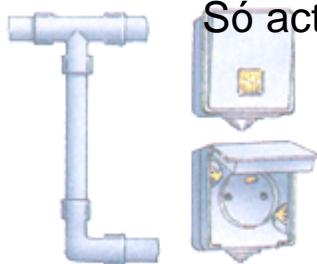
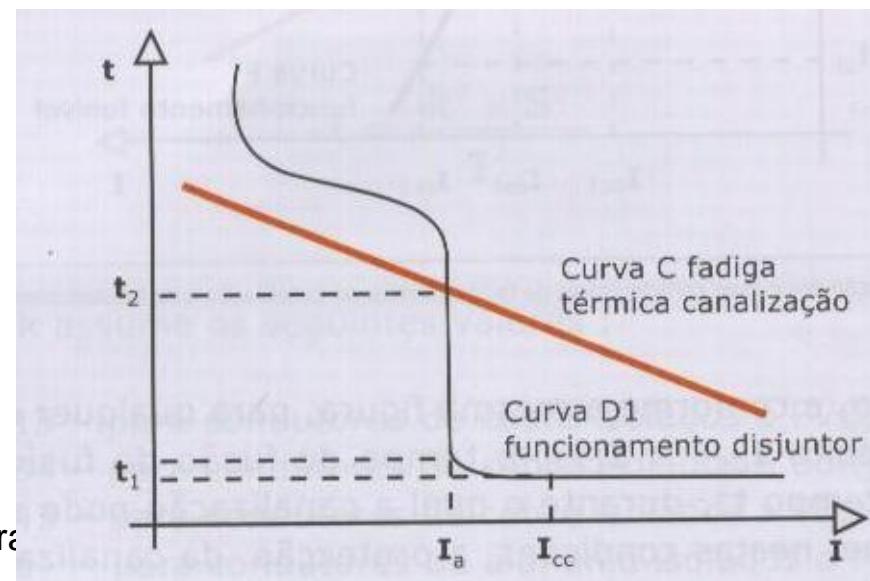


# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- Para que os condutores de um determinado circuito não fiquem danificados em caso de curto-circuito é necessário que o disjuntor tenha poder de corte superior à corrente de curto-circuito presumível para o local, para que ele próprio não se destrua com a corrente de curto-circuito.
- O disjuntor deve ainda obedecer a duas condições:
  - 1<sup>a</sup> condição – que actue num tempo inferior ao tempo correspondente ao esforço térmico limite que a canalização pode suportar;
  - 2<sup>a</sup> condição - actue com uma energia  $I^2 \times t$  inferior à energia suportável pelos condutores.

- Pela análise do gráfico a primeira Condição fica satisfeita quando  $I_{cc} > I_a$
- Para valores entre  $I_{cc} < I_a$  o disjuntor só actua num tempo superior ao limite  $t_1$





# Dimensionamento de protecções e canalizações

- **Tempo de fadiga térmica dos cabos (T<sub>ft</sub> ou t)**
  - A passagem da corrente de curto-circuito é suportada sem dano pelo cabo durante um tempo máximo T<sub>ft</sub> (s) que depende da corrente (A), da secção do cabo S (mm<sup>2</sup>) e da sua constituição, através de um parâmetro k:

$$\sqrt{t} = k \frac{S}{I_{cc}}$$

- t é o tempo, em segundos;
- S é a secção dos condutores, em milímetros quadrados;
- I<sub>cc</sub> é a corrente de curto-circuito efectiva (valor eficaz), em amperes, isto é, a corrente de um curto-circuito franco verificado no ponto mais afastado do circuito considerado;

Valor de K	Natureza do isolamento
115	para os condutores de cobre isolados a policloreto de vinilo;
134	para os condutores de cobre isolados a borracha para uso geral ou a borracha butílica;
143	para os condutores de cobre isolados a polietileno reticulado ou a etileno-propileno;
76	para os condutores de alumínio isolados a policloreto de vinilo;
89	para os condutores de alumínio isolados a borracha butílica;
94	para os condutores de alumínio isolados a polietileno reticulado ou a etileno-propileno;
115	para as ligações soldadas a estanho aos condutores de cobre (correspondendo a uma temperatura de 160°C).

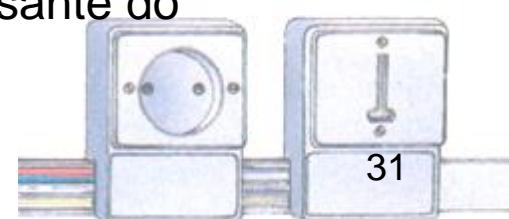


# Dimensionamento de protecções e canalizações

- Calculo da corrente mínima de curtos-circuito:
  - A expressão regulamentar corresponde ao cálculo aproximado do curto-circuito fase-neutro (redes monofásicas e trifásicas com neutro) no ponto mais afastado do cabo, através da expressão:

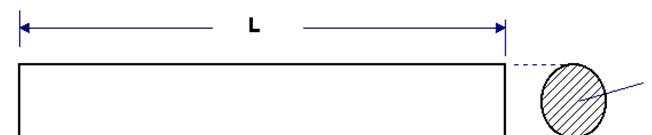
$$I_{cc} = U / R_{montante} + R_{jusante}$$

- Onde:
  - $U_n=230$  V para circuitos monofásicos;
  - $U_n=400$  V para circuitos trifásicos;
  - $R_{montante}$  é a resistencia dos condutores a montante do equipamento de protecção;
  - $R_{jusante}$  é a resistência dos consutores a jusante do equipamento de protecção;





- A resistência de um condutor depende de suas dimensões (área da secção e comprimento) e do material de que é feito. Dado um condutor de área de secção transversal constante S, homogêneo (mesmo material em todos os pontos) e de comprimento L.



- A resistência R a 20 °C do condutor é calculada por :

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

- onde  $\rho$  é uma constante física, característica do material chamada de resistividade ou resistência específica e cuja unidade é  $\Omega \cdot m$  ou  $(\Omega \cdot mm^2)/m$

A resistência varia com a temperatura pois a resistividade varia com a temperatura.

No caso dos metais, quando a temperatura varia de  $q_i$  (temperatura inicial) para  $q_f$  (temperatura final) a resistência do metal aumentará de  $R_i$  para  $R_f$  de acordo com a expressão:


$$R_f = R_i (1 + \alpha \Delta \Phi)$$

$$\Delta \Phi = \Phi_f - \Phi_i$$

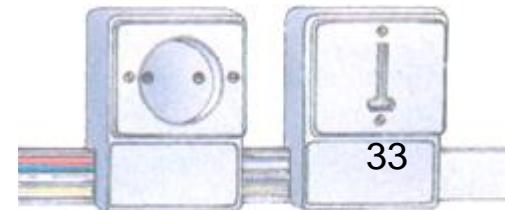
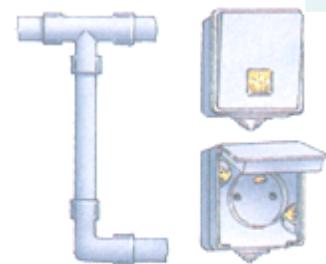




## • Resistividade

- O fluxo de electrões através de um material sofre uma resistência específica em função do tipo de material. Um condutor terá uma resistência que varia em função do material, da temperatura, do seu comprimento e secção. Os valores de resistividade dos materiais são obtidos por verificação da resistência eléctrica com 1 metro de comprimento e 1mm<sup>2</sup> de secção. Os materiais mais comuns têm os seguintes valores de resistividade.

Material	Resistividade (Ω.m)@20°C	Coef. de Temp. α(C°) <sup>-1</sup>
Prata	$1.59 \times 10^{-8}$	.0038
Cobre	$1.72 \times 10^{-8}$	.0039
Alumínio	$2.82 \times 10^{-8}$	.0039

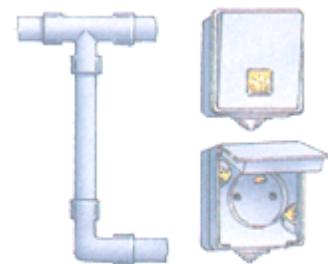




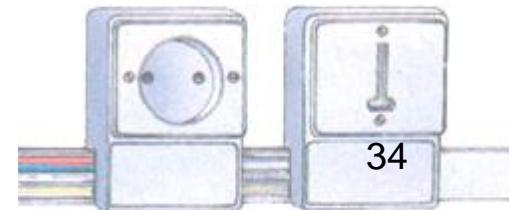
# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- Na protecção de canalizações contra sobrecargas e curto-circuitos em instalações domésticas usam-se quase exclusivamente disjuntores.
- No calculo dos disjuntores é necessário em primeiro lugar conhecer as características das canalizações a proteger.
  - O tipo de condutor ou cabo;
  - Local da instalação
  - Proximidade com outros cabos ou condutores;
  - Corrente máxima admissível na canalização ( $I_z$ );



José Saraiva

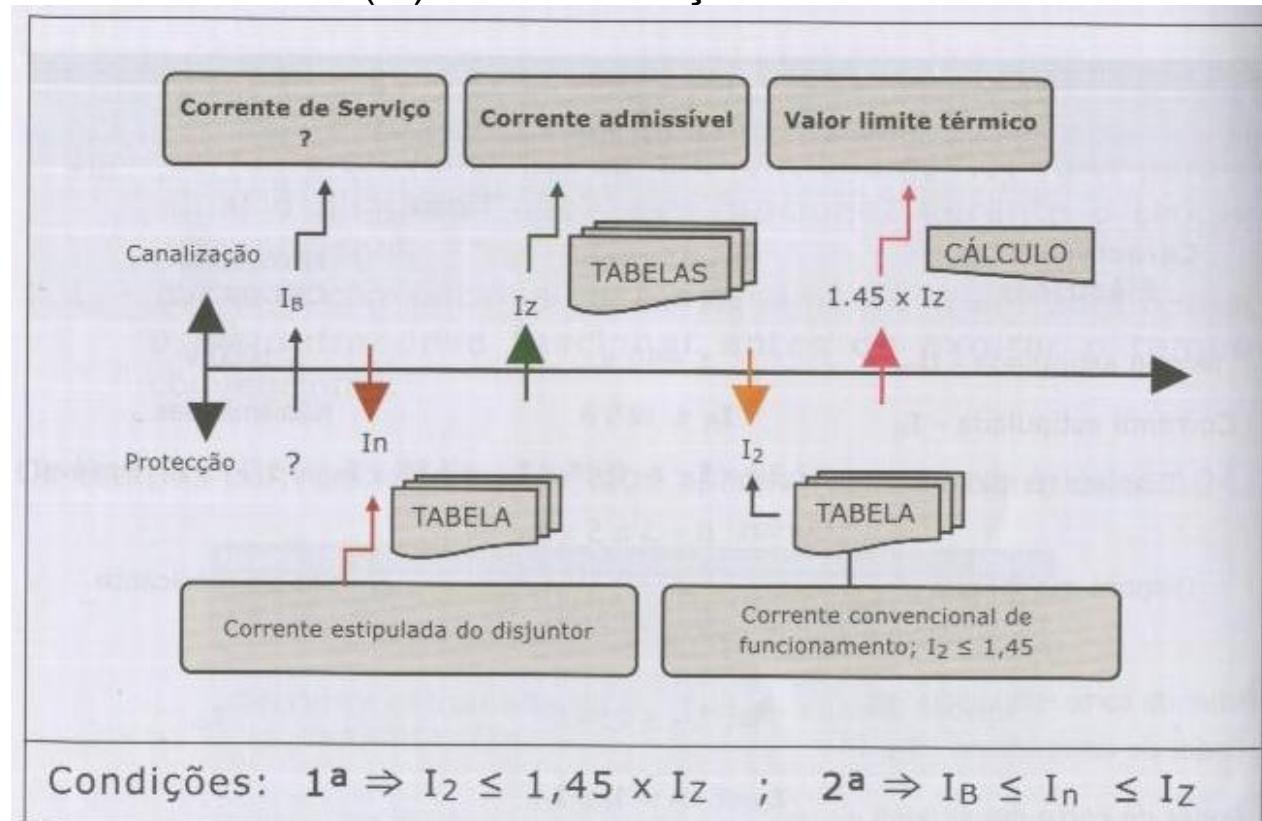




# Aparelhagem eléctrica

## Disjuntor

- A escolha do disjuntor adequado assenta em duas condições essenciais:
  - 1<sup>a</sup> condição: a corrente de funcionamento ( $I_2$ ) do disjuntor deve ser inferior ao valor limite térmico da canalização (45% acima de  $I_z$ );
  - 2<sup>a</sup> condição: a corrente de serviço ( $I_B$ ), deve ser inferior ao calor da corrente estipulada ao disjuntor ( $I_n$ ) e este deve ser inferior ao da corrente admissível ( $I_z$ ) na canalização eléctrica.





# Dimensionamento de protecções e canalizações

Seleccione o calibre ( $I_N$ ) do disjuntor de **protecção contra sobrecargas** de uma canalização constituída por condutores H07V-U com secção de  $4 \text{ mm}^2$ , em tubo, que vai alimentar um motor monofásico cuja potência é de  $2,9 \text{ kW}$  o rendimento de  $90\%$  e  $\cos \phi 0,96$ .

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

$$s = 4 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z = 32 \text{ A} \text{ (por cálculos e consulta em tabelas técnicas dos cabos)}$$

**1<sup>a</sup> condição:**

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

A intensidade nominal do disjuntor ( $I_N$ ) terá que ser maior ou igual a  $14,6 \text{ A}$  ( $I_s$ ). Consultando o quadro IV encontramos nessa situação o disjuntor com uma intensidade nominal de  $16 \text{ A}$ . Assim, a 1<sup>a</sup> condição está verificada:

$$14,6 < 16 < 32$$

**2<sup>a</sup> condição:**

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

■ A corrente convencional de funcionamento ( $I_2$ ) do disjuntor de  $16 \text{ A}$  é de  $23 \text{ A}$  (consulta Quadro IV). A 2<sup>a</sup> condição está verificada já que:

$$23 \leq 1,45 \times 32$$

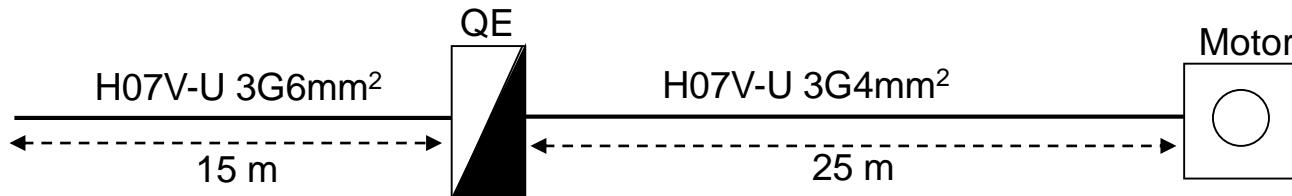
$$23 < 46,4 \text{ A}$$

O calibre ou a intensidade nominal do disjuntor a utilizar seria de  $16 \text{ A}$  curva de disparo C.



# Dimensionamento de protecções e canalizações

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

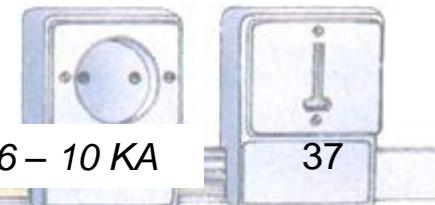


## Regra do poder de corte

- Cálculo da resistência do condutor a jusante do quadro eléctrico (QE):  
$$R = (\rho \times l) / s \rightarrow R = (1,72 \times 10^{-8} \times 25) / 4 \times 10^{-6} \rightarrow R = 0,1075 \Omega$$
- Cálculo da resistência do condutor a montante do quadro eléctrico (QE):  
$$R = (\rho \times l) / s \rightarrow R = (1,72 \times 10^{-8} \times 15) / 6 \times 10^{-6} \rightarrow R = 0,043 \Omega$$
- Resistência total do condutor:  $RT = 2 * 0,1075 + 2 * 0,043 \quad RT = 0,30$
- Cálculo da corrente de curto – circuito:

$$I_{cc} = U / R \rightarrow I_{cc} = 230 / 0,30 \rightarrow I_{cc} = 766,66A$$

Se esse disjuntor tiver um poder de corte (Pdc) de 1,5 KA pode ser utilizado, já que cumpre a condição: **Icc ≤ Pdc**



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



# Dimensionamento de protecções e canalizações

## 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 mm<sup>2</sup>

**I<sub>cc</sub>** – corrente de curto-círcuito em A, para um defeito franco no ponto mais afastado do circuito.

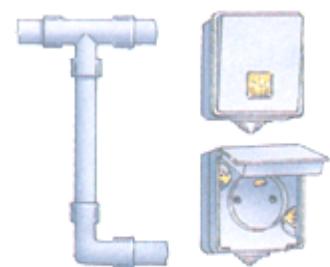
**K** – constante, variável com o tipo de isolamento e da alma condutora, igual a 115 para condutores de cobre e isolamento em PVC.

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

$$\sqrt{t} = 115 \times (4\text{mm}^2 / 766,66)$$

$$\sqrt{t} = 0,60$$

$$t = 0,36 \text{ s}$$



José Saraiva

