



CTeSP – Instalações eléctricas e Automação

Aula 07 - Aparelhagem e Medidas Eléctricas

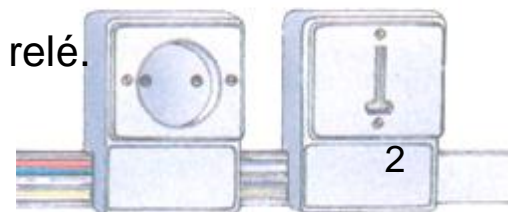
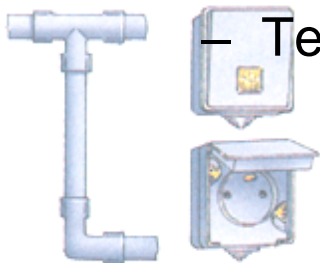


Aparelhagem eléctrica

Relé de protecção

- Características dos relés de protecção

- Valor Nominal (G_n)
 - Valor da grandeza actuante projectada
- Valor de Funcionamento (G_f)
 - Valor da grandeza para o qual o relé entra em acção, regulável entre G_n e um valor inferior ou superior;
 - » Se inferior – Relé de mínima;
 - » Se superior – Relé de máxima.
- Poder de Corte
 - Corrente máxima que o relé pode cortar sem destruição térmica.
- Poder de Fecho
 - Corrente máxima que o relé pode ligar sem destruição térmica.
- Consumo
 - Potência consumida pelo relé.
- Tempo de funcionamento
 - Tempo entre a excitação e a actuação do relé.
- Temporização
 - Atraso introduzido no tempo de funcionamento do relé.

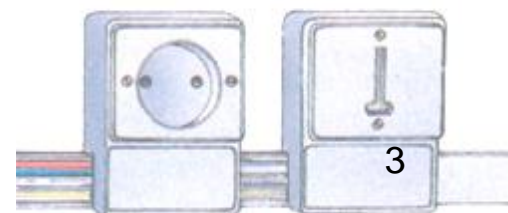
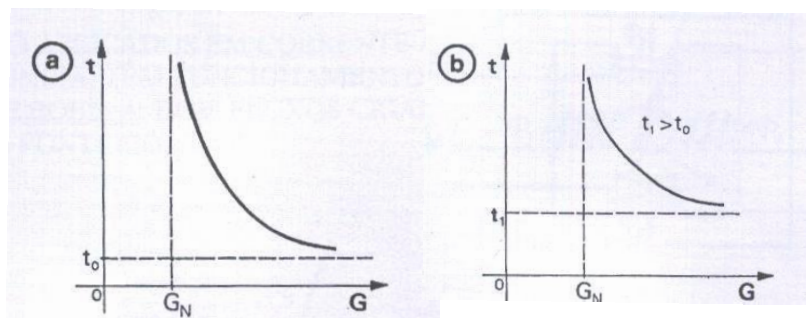
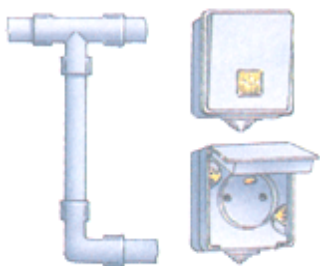




Aparelhagem eléctrica

Relé de proteção

- Classificação dos relés quanto ao tipo de resposta:
 - Relé instantâneo
 - Com tempo de actuação muito curto (centésimos de segundos) e constante.
 - Relé de tempo independente
 - Com tempo de actuação independente do valor de grandeza actuante e regulável.
 - Relé de tempo dependente
 - Em que o tempo de actuação depende do valor da grandeza actuante:
 - De tempo inverso » Com curva tendente para valor de tempo de actuação instantâneo (curva a).
 - De tempo inverso com mínimo definido » Com curva tendente para o valor de tempo regulável (curva b).
 - Relé de característica combinada
 - Actua por tempo inverso até determinado valor e depois como instantâneo ou de tempo dependente.





Aparelhagem eléctrica

Relé de proteção

- **Classificação dos relés quanto ao efeito utilizado e à constituição:**

- Relé electromagnético

- Com bobine e núcleo magnético basculante que actua contactos;
- De acção instantânea;
- Protecção contra curto-circuitos;
- Podem ser usados como relés de máxima ou de mínima tensão ou corrente.

- Relé térmico

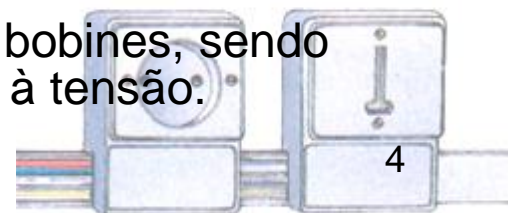
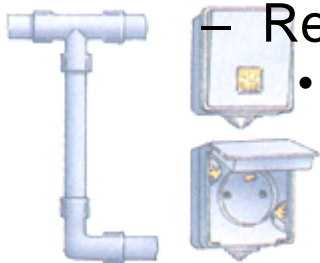
- Baseia-se na diferença de dilatação linear de duas lâminas de metais diferente, soldados entre si;
- Com características de tempo inversa lenta;
- Protecção contra sobrecargas.

- Relé magnetotérmico

- Através de uma lâmina bimetálica protecção contra sobrecargas e com bobine e núcleo magnético protecção contra curto-circuitos.

- Relé electrodinâmico

- Baseia-se na interacção entre correntes de duas bobinas, sendo uma proporcional à corrente e outra proporcional à tensão.





Aparelhagem eléctrica

Relé de protecção

– Relé de Indução

- Aplicado apenas em circuitos de corrente alternada e normalmente como relé de potência;
- Funcionamento baseado nas leis de indução;
- De bobine: Duas bobines criam deferênciais nos fluxo e fazem deslocar o ponteiro;
- De disco: O fluxo subdivide-se em dois fluxos que induzem correntes num disco, resultando um binário que faz rodas o disco, o disco só roda se vencer o binário com resistência regulável para a intensidade de regulação.
- De Tambor: Dois fluxos induzem correntes num tambor de alumínio, resultando um binário que faz rodar o tambor.

– Relé Temporizado

- A ordem de disparo ou actuação só é dada após um tempo regulado.

– Relé Estático

- Constituído por dispositivos semicondutores, é muito rápido e de menor manutenção por não ter componentes móveis.

– Relé Semiestático

- Constituído por dispositivos semicondutores e com relé para o disparo

José Saraiva

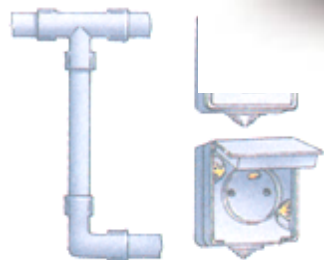




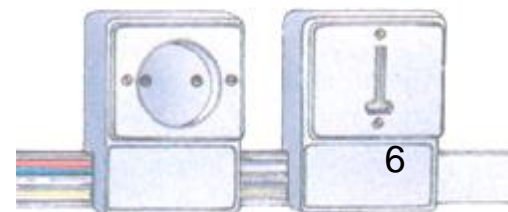
Aparelhagem eléctrica de Protecção

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.



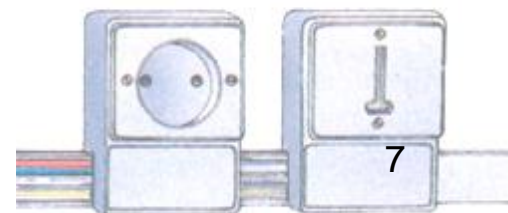
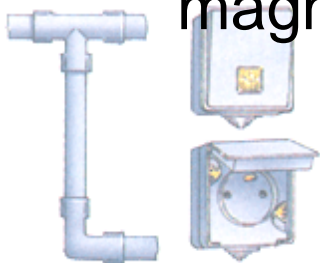
José Saraiva





Aparelhagem eléctrica de Protecção

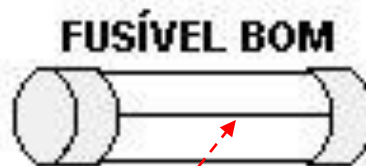
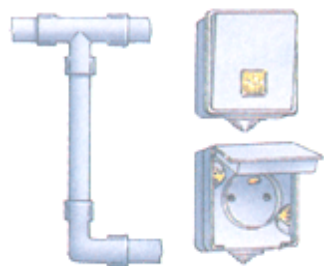
- Por isso é necessário dotar as instalações de equipamentos capazes de detectar e interromper os circuitos antes que a corrente alcance o seu valor máximo.
- Estes equipamentos podem ser:
 - Fusíveis, que cortam o circuito ao fundir, e após a fusão terão de ser substituídos.
 - Disjuntores, que interrompem um circuito abrindo os contactos e com um simples rearme pode colocar o circuito em serviço.
- A protecção contra curto-circuitos pode estar integrada em aparelhos de múltiplas funções como os disjuntores magneto-motores e os contactores disjuntores.





Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

- Um **corta – circuitos fusível** é constituído por um fio condutor, dentro de um invólucro.
- O elemento fusível pode ser constituído por um fio ou uma lâmina de metal ou de liga metálica, com uma secção tal que, por efeito de Joule, funda logo que a intensidade da corrente atinja um determinado valor.
- Quando a corrente que o atravessa ultrapassa a corrente nominal do fusível, este sofre um aquecimento anormal e, por efeito da sua fusão (fuse, em Inglês, significa fundir) ou volatilização, interrompe o circuito onde está inserido. O fusível interrompe o circuito tanto mais depressa quanto maior for o valor da corrente.



José Saraiva Fio condutor





Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível



Fusível do tipo Gardy



Fusível de facas



Fusível de cartucho/rolo



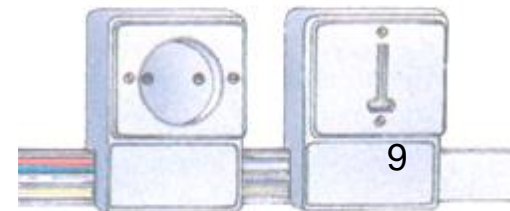
Fusível de rolha



Estilo Norte Americano



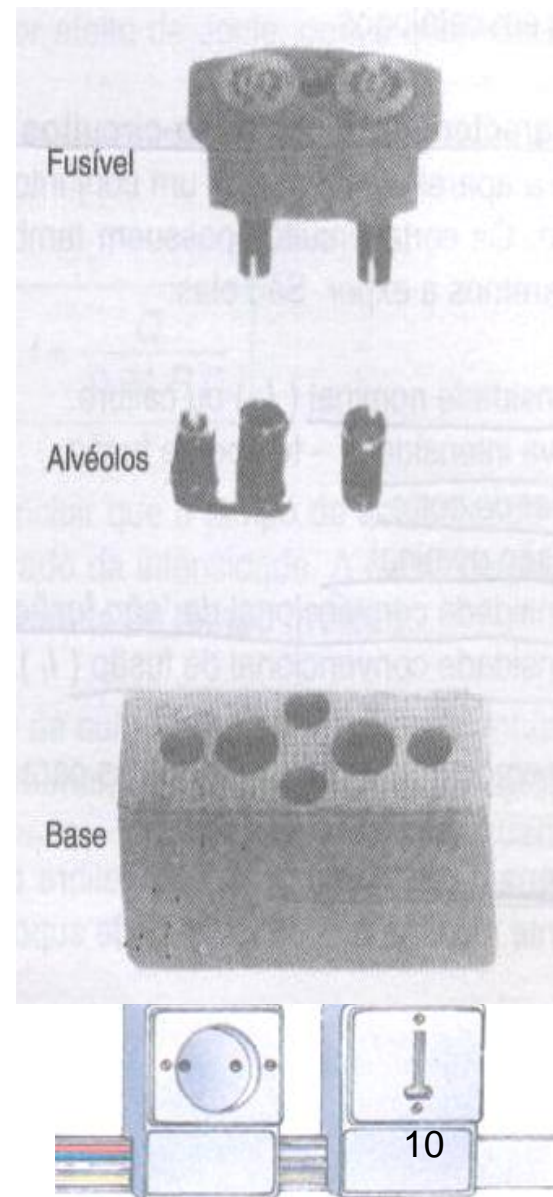
Estilo Britânico





Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

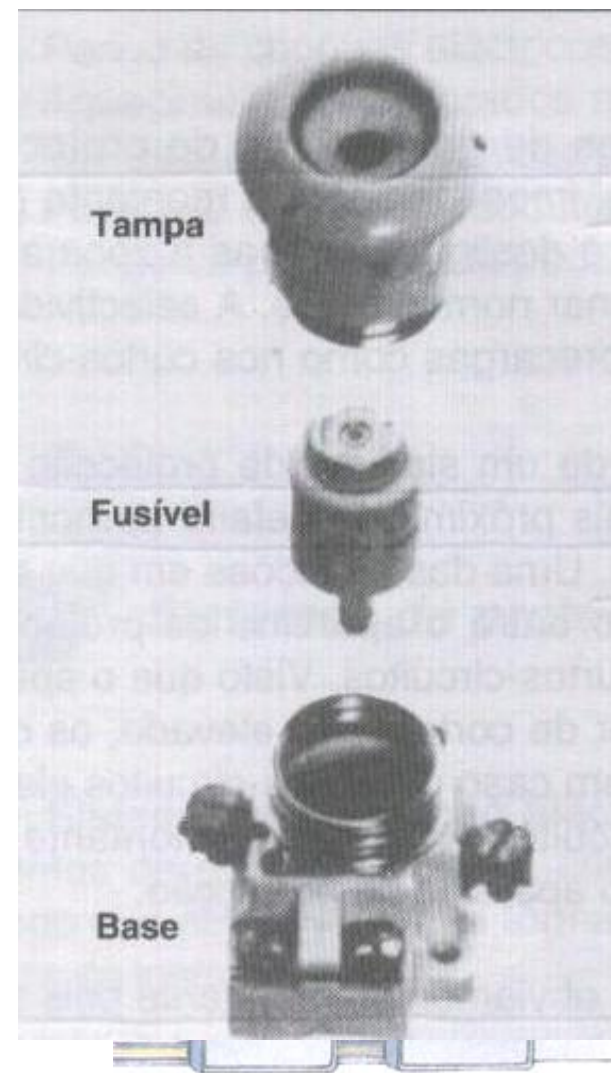
- Fusível tipo Gardy
 - É o mais antigo e o de mais simples construção;
 - É constituído por um fio condutor (cobre, prata, chumbo, etc...) ligado a dois contactos de latão solidificados por uma estrutura em porcelana;
 - É conectado a um suporte de porcelana com os contactos do mesmo material dos pernos do fusível com ligadores nas laterais para fixar os condutores;





Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

- Fusível de Rolo/rolha
 - Contém no seu interior um fio fusível que faz o contacto, na parte superior com a tampa na parte inferior com um contacto metálico;
 - A tampa vai enroscar no suporte inferior (base), ficando o fusível no interior do conjunto;
 - No exterior do conjunto existem os ligadores para os condutores.



José Saraiva

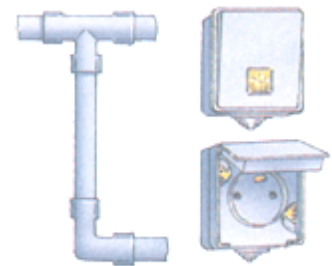


Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

- Existindo ainda, para interromper correntes muito elevadas (evitando os problemas do estilhaçamento do fusível e do arco eléctrico), os chamados **fusíveis de alto poder de corte** (fusíveis APC).
- Para utilização em aparelhagem eléctrica (multímetros, por exemplo) e outros sistemas envolvendo pequenas correntes, utilizam-se fusíveis com um formato cilíndrico.



José Saraiva





Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível – Rolha/Diazed

Diazed é o modelo de fusível **utilizado** em instalações industriais nos circuitos com **motores**. É do tipo **retardado** e fabricado para correntes de 2 a 63 A ($V_{max} = 500V$ e $I_{cc} = 50\text{ kA}$).

O conjunto de protecção Diazed é formado por: **tampa**, **anel de protecção**, **fusível**, **parafuso de ajuste** e **base unipolar ou tripolar** (com fixação rápida ou por parafusos)



Tampa



Anel



Fusível



Parafuso



Base



Chave rapa

IMPORTANTE:

- 1) A fixação do **parafuso de ajuste** é feita com uma **chave especial** chamada de chave para parafuso de ajuste (**chave rapa**).
- 2) Na **base**, a **conexão** do fio fase deve ser no **parafuso central**, evitando que a parte roscada fique energizada quando sem fusível.



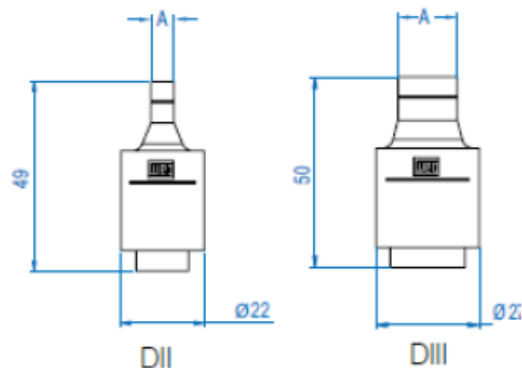
Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível – Rolha/Diazed

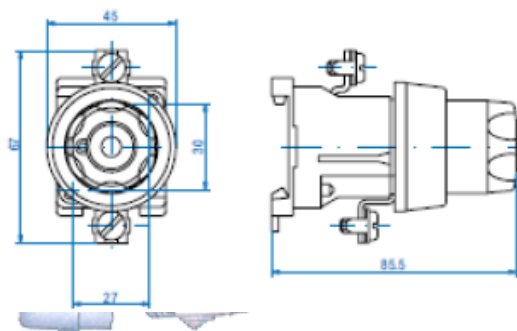
O fusível possui na **extremidade** um indicador que tem a **cor** correspondente à sua **corrente nominal**, que é a mesma cor do parafuso de ajuste.

Dimensões (mm)

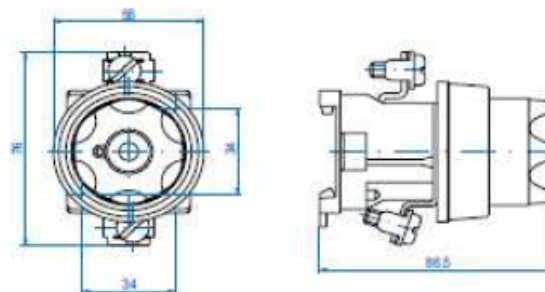
Fusível



Base DII



Base DIII



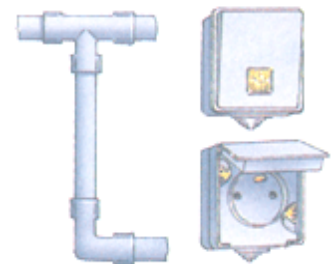
Tamanho	Corrente Nominal (A)	Tipo	Cor do sincronizador	Dimensão A
DII	2	FDW-2S	Rosa	6
	4	FDW-4S	Marrom	6
	6	FDW-6S	Verde	6
	10	FDW-10S	Vermelho	8
	16	FDW-16S	Cinza	10
	20	FDW-20S	Azul	12
	25	FDW-25S	Amarelo	14
DIII	35	FDW-35S	Preto	16
	50	FDW-50S	Branco	18
	63	FDW-63S	Cobre	20

FONTE:
catálogo
WEG

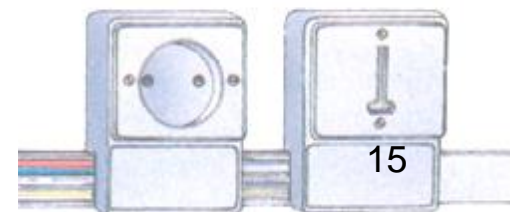


Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

- Fusíveis tipo Cartucho
 - São constituídos por fios fusíveis, ligados em paralelo dentro de uma câmara constituída por um material isolante (porcelana).
 - Dentro da câmara está normalmente areia de quartzo, que tem a função de extinguir o arco mais facilmente em caso de curto circuito.



José Saraiva





Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível-NH

O fusível **NH** (N-baixa tensão; H-alta capacidade) é usado nos mesmos casos do **Diazed**, porém é fabricado para correntes de 4 a 630 A ($V_{max} = 500V$ e $I_{cc} = 120 \text{ kA}$).

O conjunto é formado por **fusível** e **base**. A **colocação** e/ou **retirada** do fusível é feita com o **punho saca-fusível**. Existe nele um sinalizador de estado (bom/queimado), porém não em cores diferentes, como no Diazed.



Fusível



Base NH



Punho saca-fusível

Código do Fusível	Capacidade Interrupção
NH00	4 a 160 A
NH 1	50 a 250 A
NH 2	125 a 400 A
NH 3	315 a 630 A

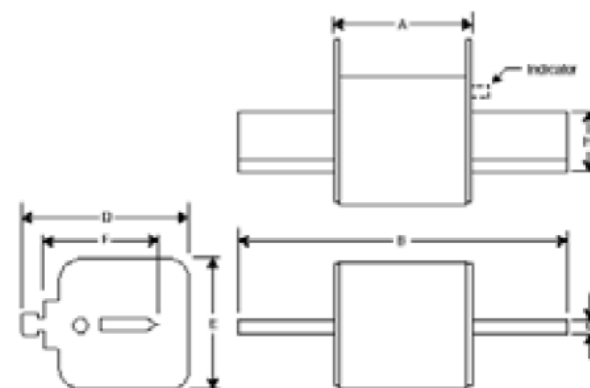




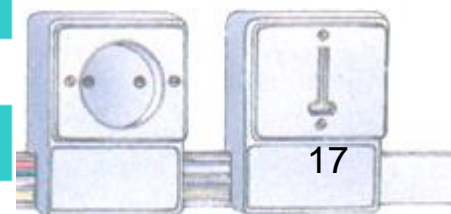
Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível NH

- Os Modelos de fusíveis NH são classificados segundo a norma IEC602269, segunda a referência NH ##.
- fusíveis tipo NH (Niederspannungs Hochleistungs) que significa em alemão – Baixa tensão e alta capacidade de interrupção)**
- Em que ### classifica as dimensões exteriores do cartucho.



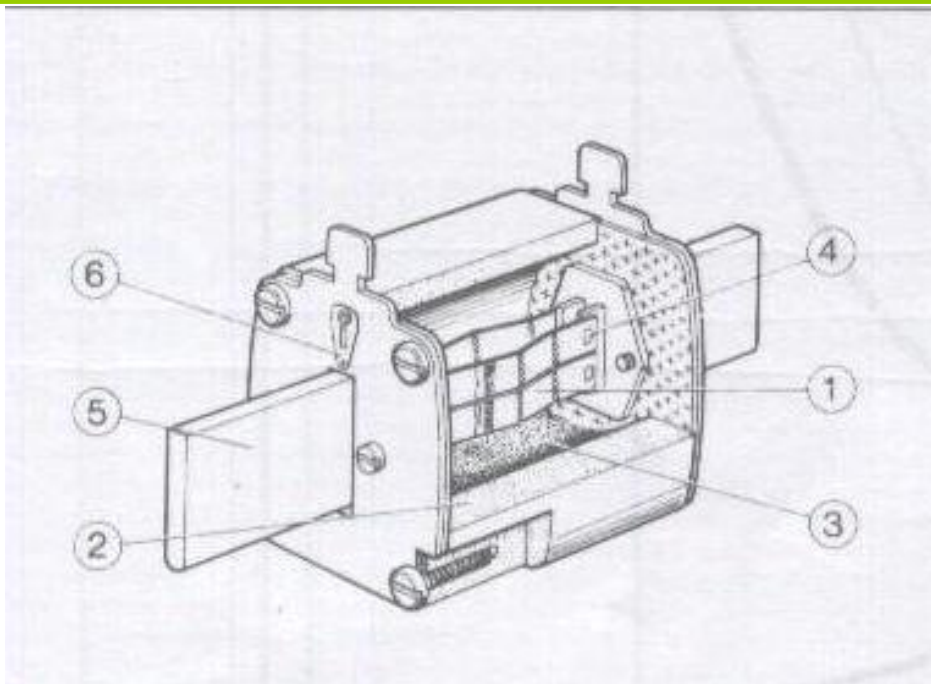
Tamanho	A	B	D	E	F	G	H
000	54	79	48	21	35	6	15
1*	69	135	58	45	40	6	20
2	69	150	71	55	48	6	26
3	68	150	88	76	60	6	33





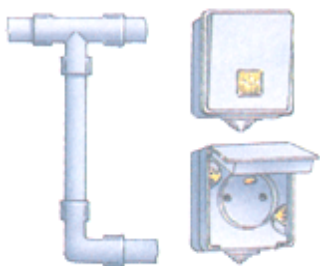
Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível

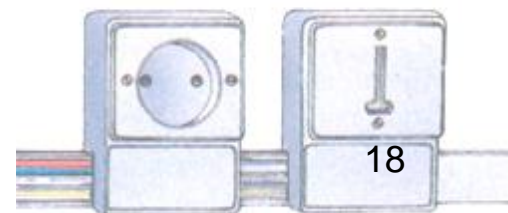


Fusível Cartucho em Corte

- Elemento Fusível;
- Invólucro;
- Areia de quartzo;
- Ligação do elemento fusível com as facas;
- Facas;
- Sistema de detecção de fusão.

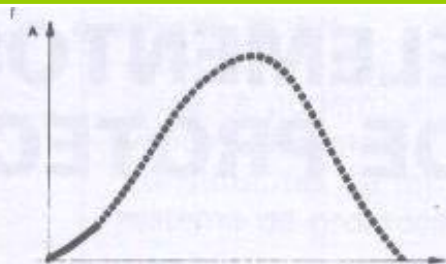
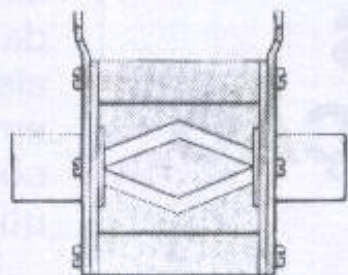


José Saraiva

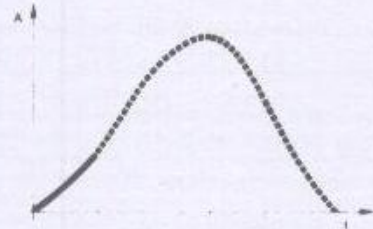
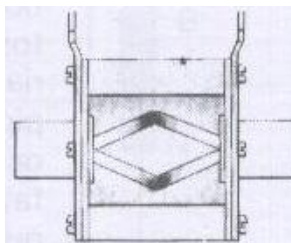




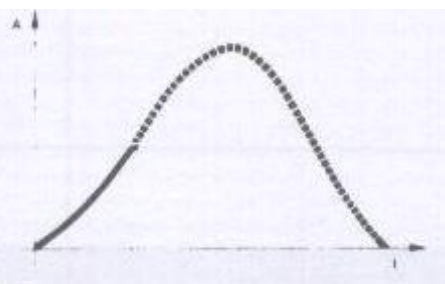
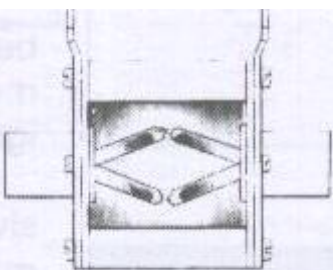
Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível



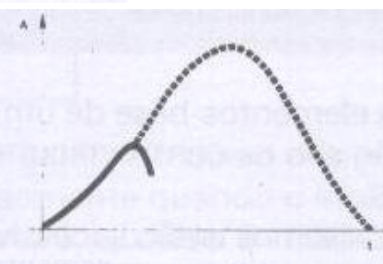
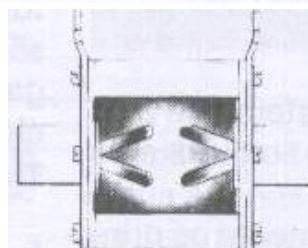
1. Início do curto-circuito. Valor da corrente de c.c. presumível: 4000 A.



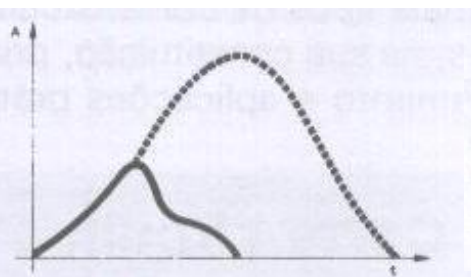
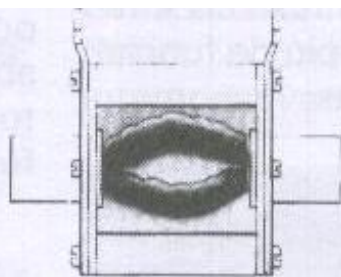
2. Desenvolvimento do c.c.: a lâmina aquece e a temperatura da secção vai atingir 1083°C (ponto de fusão do cobre).



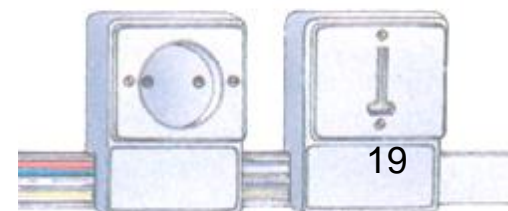
3. O curto-circuito é limitado. O elemento fusível acaba por fundir e dividir-se em duas partes; cria-se um arco eléctrico que pode atingir 2000°C e a corrente continua a passar.



4. O arco eléctrico faz fundir a areia e o elemento fusível. A areia ao fundir arrefece o arco e aumenta a resistência interna do fusível. A corrente decai.



5. O arco é extinto. O elemento fusível desaparece. A temperatura interior do cartucho desceu. A areia fundida solidifica e a corrente deixa de passar.





Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

DIN 43620 (Faca Standard)

Tipo faca central, conforme norma alemã DIN 43620. Estes fusíveis são destinados à instalação em bases ou chaves para fusíveis. Os fusíveis possuem abas saca fusíveis (puxador).



DIN 43653 (Faca Rasgada)

Lâminas com aberturas conforme a norma alemã DIN43653 com distância de centro de 80 ou 110mm. Estes fusíveis podem ser instalados em bases para fusíveis, ou diretamente no barramento elétrico.



Estilo Francês

Lâminas com aberturas conforme padrão francês. Estes fusíveis podem ser instalados em bases para fusíveis ou diretamente no barramento elétrico.



Contato Liso (ligação parafuso)

Fusíveis com furos roscados (padrão métrico ou UNC) nas extremidades para instalação direta no barramento elétrico.

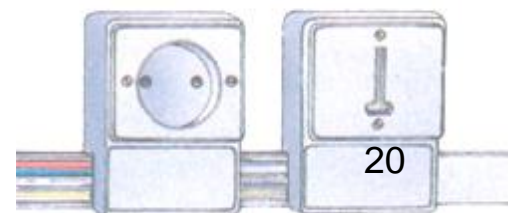


Estilo Americano

Lâminas com furos oblongos conforme Padrão Norte Americano. Esta versão está disponível tanto com lâminas longas quanto curtas. Estes fusíveis podem ser instalados em bases para fusíveis ou diretamente no barramento elétrico.



José Saraiva

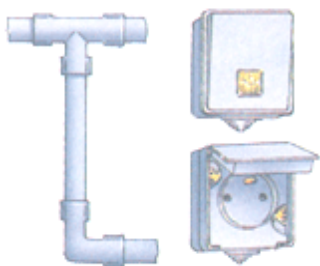




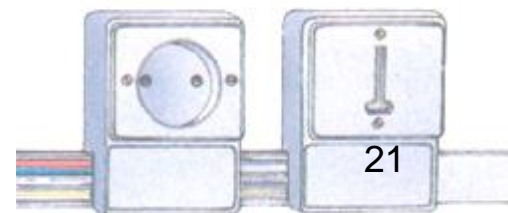
Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível

- É de notar que, devido a que a intensidade de fusão de um fusível ser muito mais elevada que a sua corrente nominal, estes não são adequados à protecção contra sobrecargas, pois estas não podem ser consentidas indefinidamente. Já na protecção contra curto-circuitos, como as correntes são muito superiores às nominais, este dispositivo torna-se eficiente.
- Por exemplo, em circuitos de iluminação e de aquecimento, a protecção por fusíveis é eficiente dado que a existência de sobrecargas não é um problema de maior. Por outro lado, em circuitos de força motriz, além dos curto-circuitos, há que considerar também as sobrecargas. Nestes casos são usados os disjuntores associados a relés, ou os relés como foi visto anteriormente.

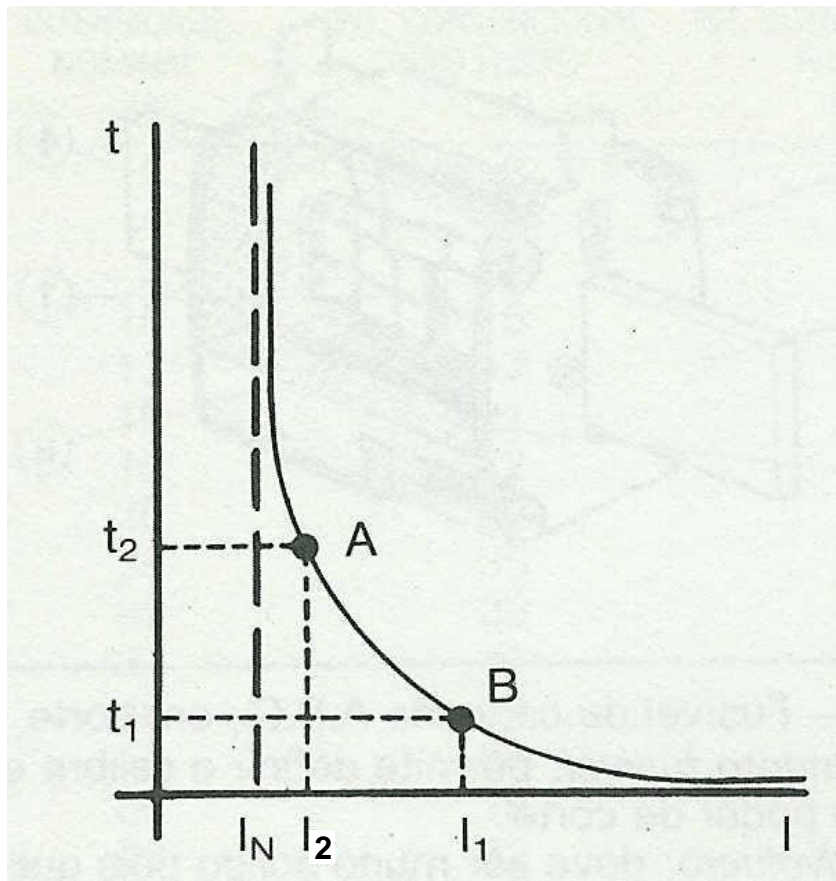


José Saraiva





Curva característica do fusível

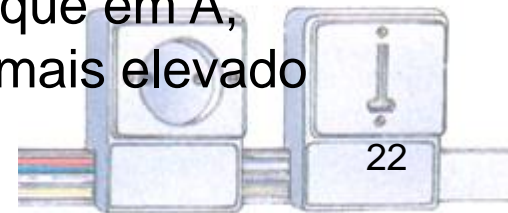


A relação Intensidade da corrente (I) – tempo de fusão (t) é representada por uma curva designada por “curva característica do fusível”.

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.

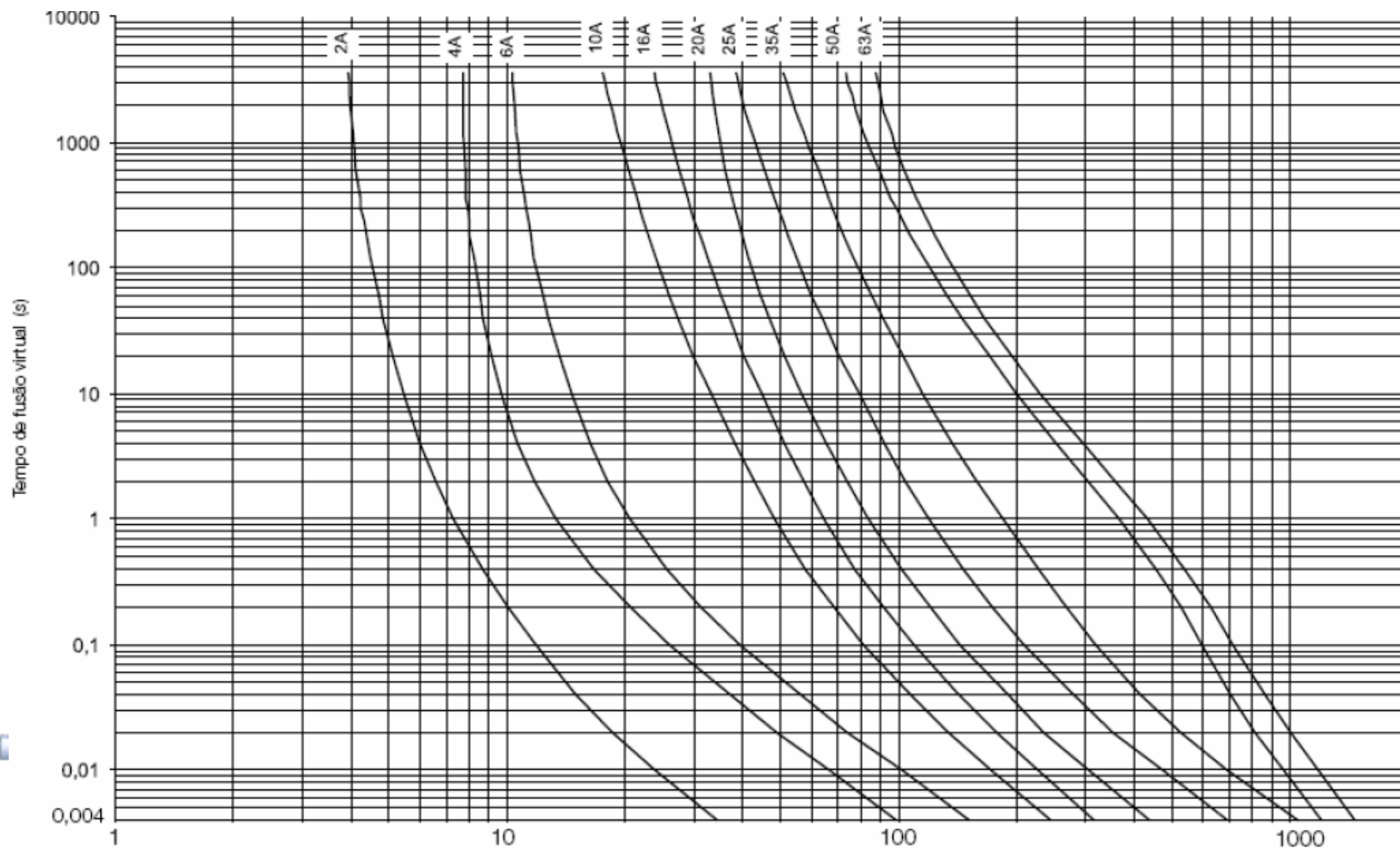
Jose Saraiva





Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível – Rolha/Diazed



Tolerância $\pm 5\%$ da corrente

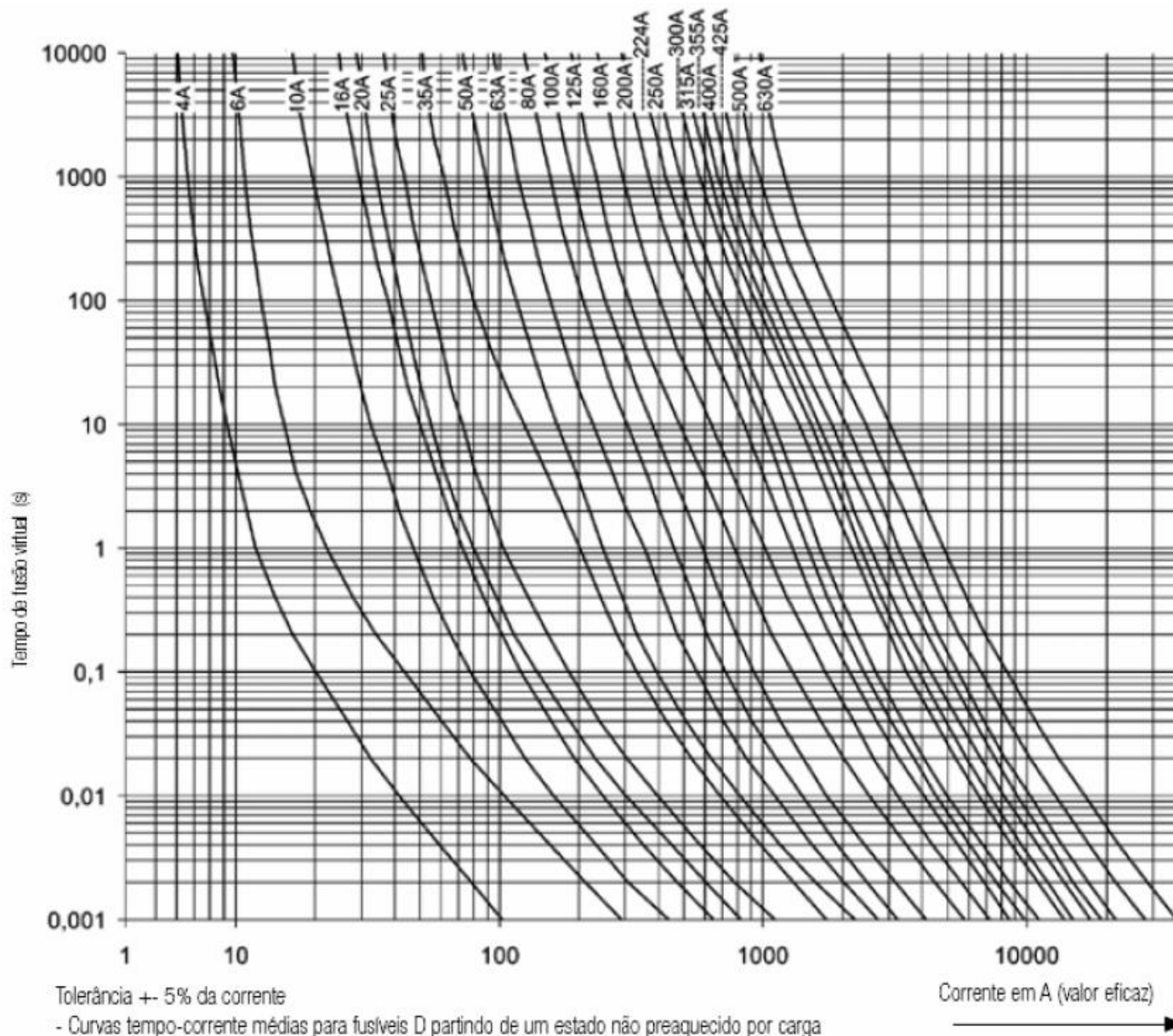
- Curvas tempo-corrente médias para fusíveis D partindo de um estado não preaquecido por carga

Corrente em A (valor eficaz)

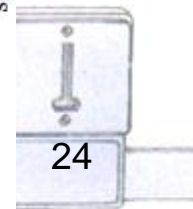


Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível-NH



FONTE: Catálogo WEG de fusíveis

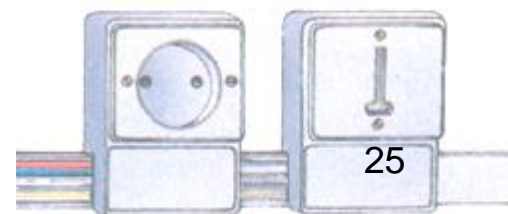




Principais Fabricantes

- Ferraz Shawmut
- ETI
- Jean Muller
- Efen
- Pronutec
- Wöhner
- Bussmann
- WEG

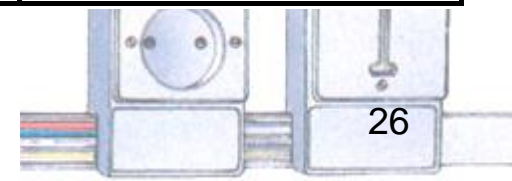
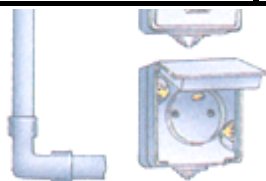
José Saraiva





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, gI	Former type of fuses for conductor protection replaced today by the gG fuses	Full range





Aparelhagem eléctrica de Protecção Fusível

- **Classes dos Fusíveis**

- Segundo a norma CEI 60269-2 estão previstas duas curvas características de funcionamento para Fusíveis de BT

- Fusíveis de acção Rápida (Fusíveis Rápidos) –aM;

Fusível para protecção de motores: neste caso há uma confusão sobre se este tipo de fusível atua sobre a curva rápida;

- Fusíveis de acção Lenta (Fusíveis Lentos) –gG/gL

Fusível para protecção de cabos e uso geral, e erroneamente conhecido como fusível retardado;

- Os fusíveis gG/gL são do “tipo geral”, são previstos para assegurar a protecção contra sobrecargas e curto-circuitos.

- OS fusíveis aM são designados por fusíveis do “tipo selectivo”, são destinados unicamente a proteger contra curto-circuitos sendo a protecção contra sobrecargas assegurada por outro elemento de protecção



Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível

- **Características dos Fusíveis**

- **Intensidade Nominal (I_n) ou calibre** é a intensidade de corrente máxima que o fusível suporta permanentemente sem fundir
- **Intensidade nominal de não fusão (I_{nf})** é a intensidade de corrente que deve ser suportada pelo elemento fusível durante o tempo convencional de não fusão sem este fundir.
- **Intensidade convencional de fusão (I_f)** é a intensidade de corrente que deve provocar a fusão do elemento fusível num tempo não superior ao tempo convencional.
- **Curva Intensidade de fusão – tempo de fusão** é a curva que relaciona os valores da intensidade a que o fusível funde com o tempo que demora a fundir.
- **Poder de Corte** é a Máxima corrente que é capaz de interromper, sem destruição do invólucro.
- **Tensão nominal** é a tensão que serve de base ao dimensionamento do fusível, do ponto de vista do isolamento eléctrico.
- **Tensão de serviço** é a tensão que existe no ponto do circuito onde está instalado.



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	$1,5 \times I_n$	$2,1 \times I_n$
$4 \text{ A} < I_n \leq 16 \text{ A}$	$1,5 \times I_n$	$1,9 \times I_n$
$I_n > 16 \text{ A}$	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$

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



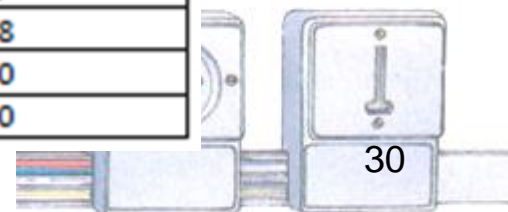
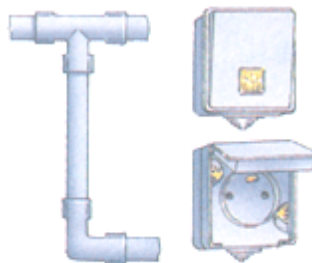
Aparelhagem eléctrica de Protecção

Fusível

Correntes características dos Fusíveis dos fusíveis gG		
Corrente estipulada I_n (A)	Corrente convencional de não funcionamento I_{nf} (A)	Corrente convencional de funcionamento I_2 (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

30





Aparelhagem eléctrica de Protecção

Exemplos de Dimensionamento Fusível

Dimensionar e identificar qual o fusível adequado para a protecção dos seguintes elementos de uma instalação:

10.1- Canalização trifásica com uma corrente de serviço $I_B=19A$

10.2 – Motor trifásico de 11 KW e $\cos \phi=0,95$

10.3 – Motor monofásico de 6,5 kW e $\cos \phi=0,93$

