

DISPOSITIVOS DE PROTECÇÃO

Disjuntores e fusíveis

TOPICOS:

- Principais tipos de defeitos que podem ocorrer num circuito;
- Aparelhos de Protecção;
- Corta-circuitos fusíveis;
- Disjuntores.

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 ($I_B \gg I_z$).

Sobretensões

Sabemos que a tensão aplicada aos equipamentos, aparelhagens ou sistemas no regime normal é caracterizada pelo seu valor nominal, U_n , a qual é definida como o valor médio da tensão eficaz que o isolamento pode suportar no regime normal permanente de funcionamento.

Para sistemas trifásicos ele corresponde a tensão entre condutores activos, isto é, a tensão composta

Sobretensões

Por outro lado, a tensão nas condições normais de funcionamento da rede eléctrica não é constante, variando entre um valor superior, U_h e um valor inferior, U_{min} , em torno da tensão nominal.

Assim, define-se por tensão máxima de serviço, U_h , ao valor máximo de tensão admissível no regime normal de funcionamento.

Sobretensões

Portanto, para que haja um funcionamento sem perfurações de isolamento, a tensão de isolamento, U_m , para a qual um equipamento, aparelhagem ou instalação está dimensionado, deve ser no mínimo igual a tensão máxima ou superior de serviço que pode existir no ponto da rede em consideração, isto é:

$$U_m \geq U_h$$

Sobretensões

Além dos esforços estacionários de tensão de serviço, ocorrem nas redes eléctricas *tensões muito acima dos valores nominais* que podem pôr em causa a integridade dos isolamentos.

A estas tensões, acima do valor nominal máximo, que podem esforçar consideravelmente os isolamentos dos equipamentos e aparelhagens da rede, dá-se o nome geral de **sobretensões**.

Sobretensões

Tipos de sobretensões

As sobretensões (aumento da tensão) podem ser de:

- origem externa (descarga atmosférica nas linhas);
- origem interna (manobras, deficiências de isolamento com linhas de tensão mais elevada).

Sobretensões

Tipos de sobretensões

As sobretensões (aumento da tensão) podem ser de:

- origem externa (descarga atmosférica nas linhas);
- origem interna (manobras, deficiências de isolamento com linhas de tensão mais elevada).

sobretensões de manobra

São elevações de tensão de carácter transitório causadas por acções de manobra na rede, como fecho e abertura de disjuntores.

Por elas originarem-se de processos normais na rede também é comum chamá-las de sobretensões internas ou interiores.

Sua amplitude pode atingir até 4 vezes a tensão máxima de serviço da rede. O tempo de acção é da ordem de milisegundos.

sobretensões de raio

São fenómenos subtransitórios de elevação de tensão provocados por descargas directas de raio na rede, ou processos de indução.

É comum também chamá-las de **sobretensões atmosféricas**.

Porque têm origem em fenómenos que se desenvolvem fora das redes também se chamam sobretensões externas.

sobretensões de raio

Devido a grande dispersão de suas amplitudes, não é possível indicar uma relação exacta entre a amplitude desta com a da tensão máxima de serviço.

Seu valor depende fortemente da carga do raio e do lugar da descarga.

O tempo de acção está na ordem de microssegundos.

Aparelhos de protecção contra sobreintensidades

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



A protecção das instalações eléctricas de baixa tensão contra os riscos de incêndio, por curto-circuito ou por sobrecarga, é feita com corta-circuitos fusíveis ou disjuntores de máxima corrente.

CORTA-CIRCUITO FUSÍVEIS

Os corta-circuitos fusíveis compõem-se de duas partes:

- O fusível propriamente dito e a base.

O fusível pode ser um fio ou uma lâmina de metal ou liga metálica, com uma secção tal, que por efeito joule, funda logo que a intensidade da corrente atinja determinado valor.

A base é de material isolante e incombustível, com dois terminais: um ligado ao circuito da alimentação e outro à instalação que se pretende proteger.

CORTA-CIRCUITO FUSÍVEIS

O fusível fica intercalado entre estes dois terminais, com os quais faz contacto.

São em grande número os diversos tipos de corta-circuitos fusíveis. A figura 1, representa um modelo da V.D.E (Verban Deutscher Elektrotekniker), conhecido genericamente por corta-circuito com fusível de rolo ou de rolha. A figura 2 representa um modelo do tipo Gardy. A figura 3 representa um corta-circuito fusível de punho, com fusível de lâmina para grandes intensidades (60 a 600 amperes), empregado em quadros de protecção de instalações de potencia, e na protecção de redes de distribuição.

CORTA-CIRCUITO FUSÍVEIS

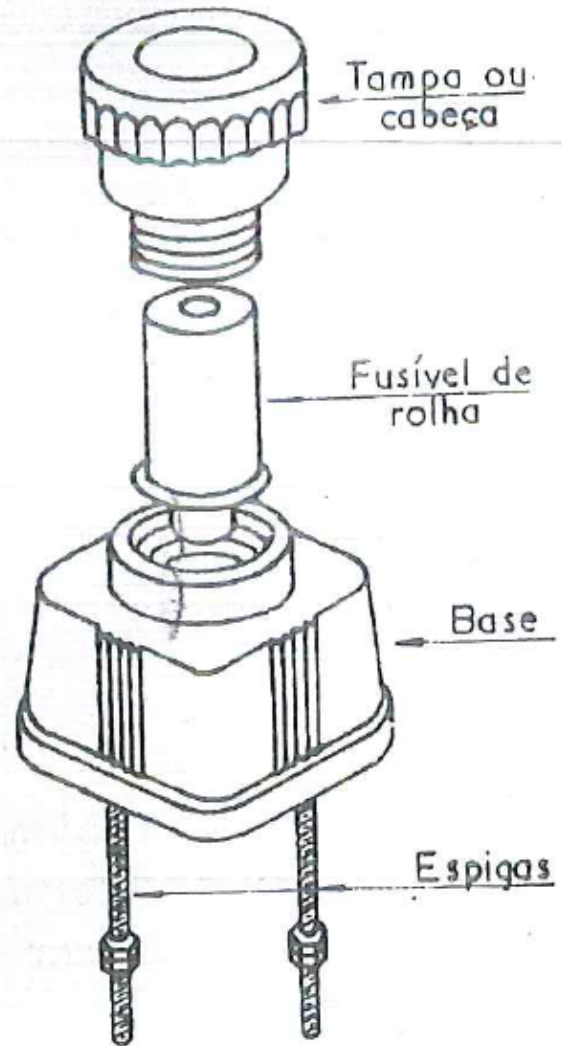


FIG. -1

Corta-circuito com fusível de rolo

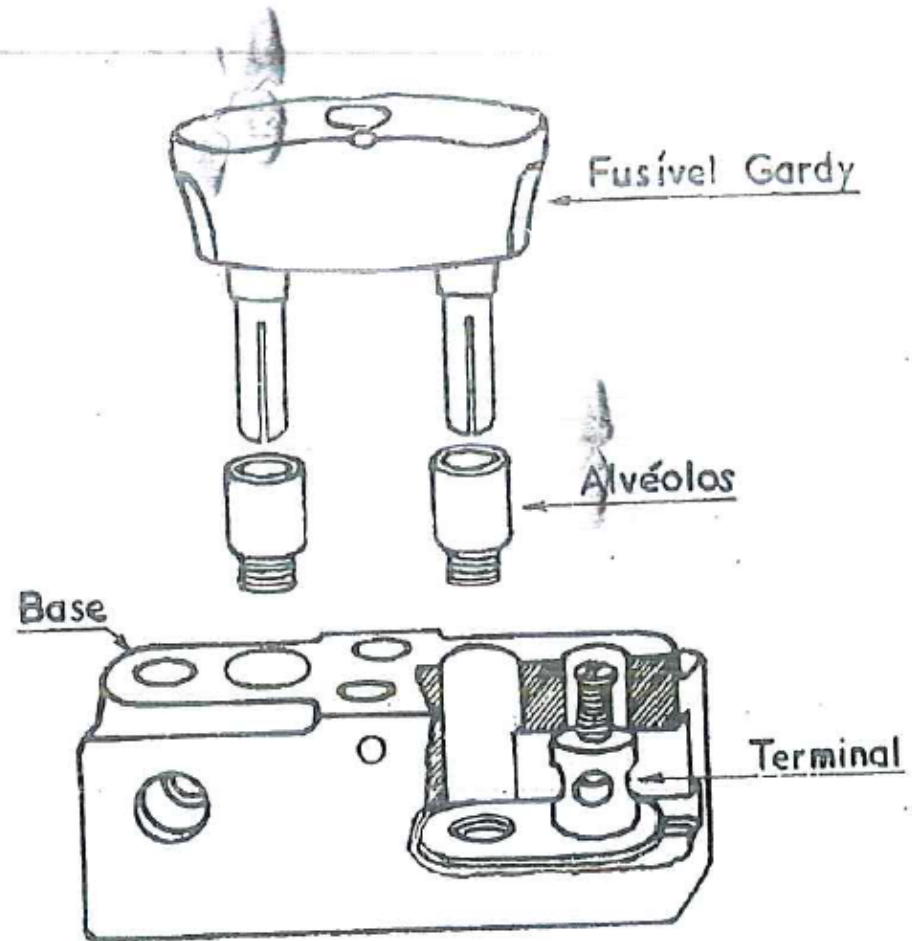


FIG. -2

Corta-circuito com fusível Gardy

CORTA-CIRCUITO FUSÍVEIS

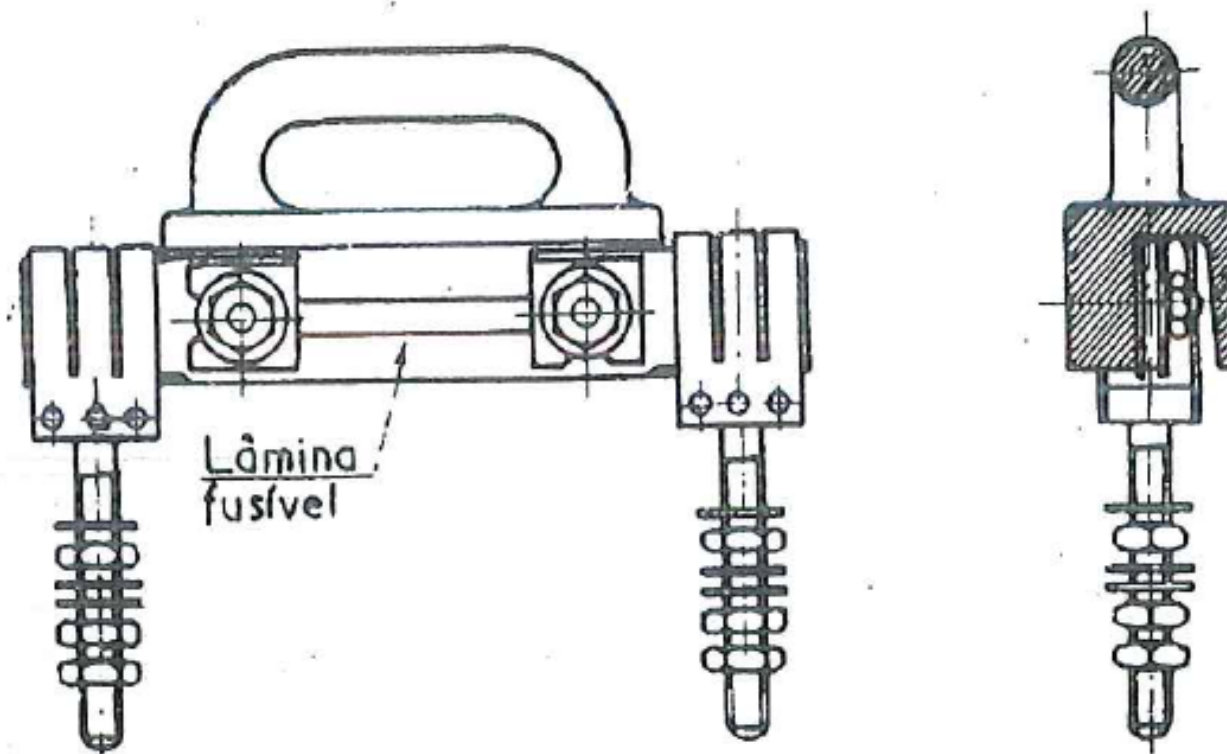


FIG.-3

Corta-circuito com fusível de punho

CORTA-CIRCUITO FUSÍVEIS

Nos circuitos com grandes intensidades de corrente e, portanto, *com condutores de grandes secção*, os fusíveis, quando fundem, por efeito dum curto-circuito, podem trazer consequências, funestas, não só para quem estiver junto do corta-circuito, como também pelos efeitos de destruição provocados pela projecção, a distância, dos fragmentos do punho e até da base.

Para evitar estes inconvenientes, *há toda a vantagem em utilizar **fusíveis de alto poder de corte***, como o modelo representado na figura 4, em que o fio fusível está encerrado num cartucho de protecção.

CORTA-CIRCUITO FUSÍVEIS

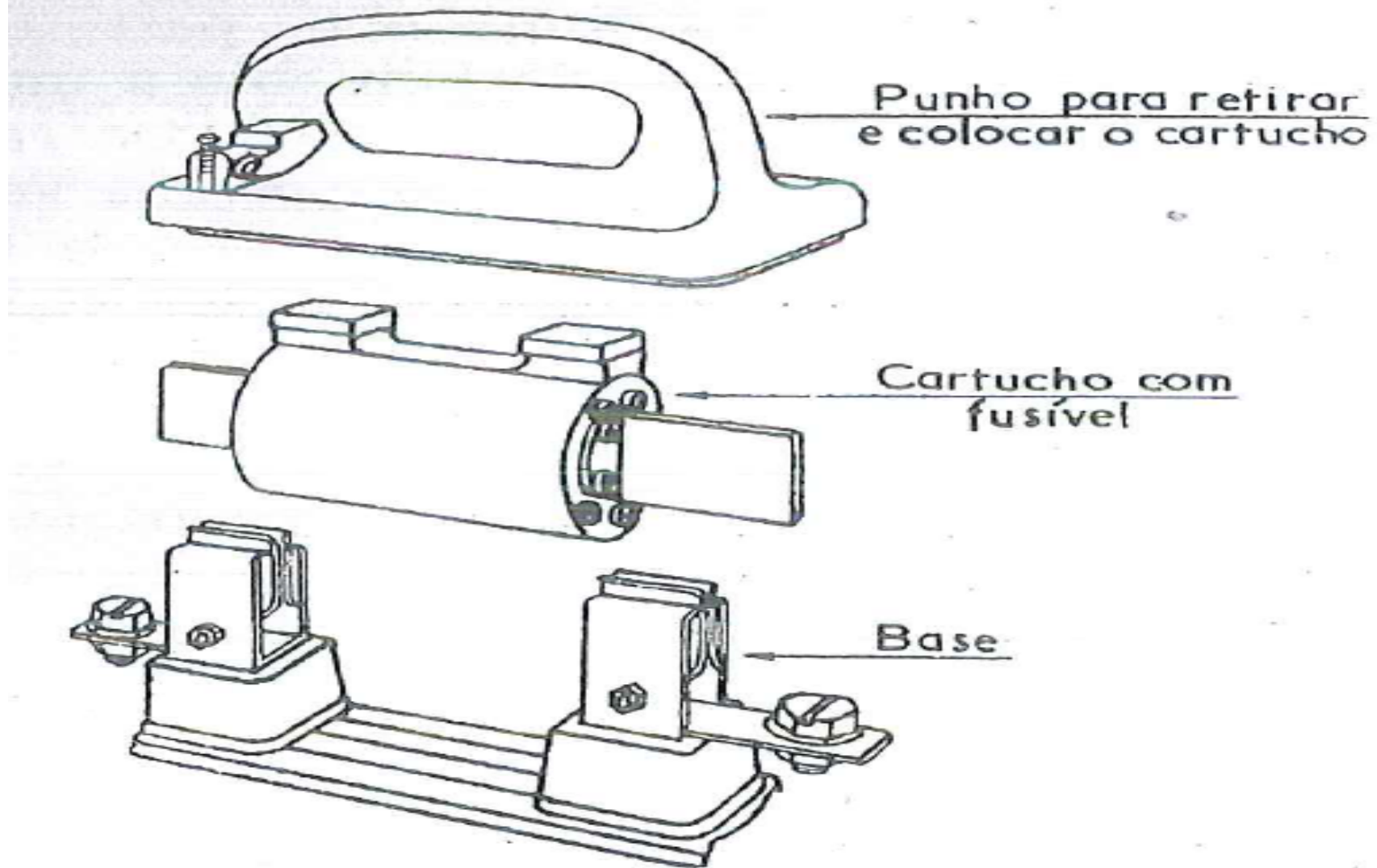


FIG. -4

Fusível de alto poder de corte

CORTA-CIRCUITO FUSÍVEIS

Os fusíveis são, afinal, pequenos troços de condutores, cujo material e secção são devidamente escolhidos, para que fundam com determinada sobrecarga e dentro de certo espaço de tempo.

Como , ao dar-se a fusão, se forma um arco com partículas do metal fundido e se desenvolvem gases, os corta-circuitos fusíveis devem ser construídos com as necessárias condições de segurança, para que não se tornem perigosos, mesmo quando se trate de um curto circuito.

CORTA-CIRCUITO FUSÍVEIS

Sobretudo os corta-circuitos destinados a instalações particulares, cujos fusíveis podem ser substituídos por pessoas inexperientes, além de serem construídos de material isolante, geralmente de porcelana, deverão ter *formas especiais* para que as peças condutoras não sejam atingidas, e uma disposição tal que não permita a colocação dum novo fusível de calibre impróprio.

Nos invólucros dos fusíveis e nas lâminas fusíveis vem marcada a intensidade nominal. Ou seja a corrente que eles podem suportar permanentemente, sem fundir.

A intensidade nominal dos fusíveis a empregar deve estar sempre de acordo com as secções dos condutores que se pretende proteger, em conformidade com a tabela 1

Os fusíveis de rolo contêm no interior o *fio fusível* que faz o contacto, na superior, com a tampa e, na parte inferior, com uma peça metálica cujas dimensões variam com a intensidade de corrente correspondente ao calibre do fusível. Os rolos fusíveis introduzem-se nas tampas ou cabeças, que, por sua vez, enroscam na base dos corta-circuitos. O condutor de chegada deve ligar à base do corta-circuito, e o da saída deve ficar em contacto com a rosca da tampa.

A impermutabilidade dos rolos de calibre diferente consegue-se pelo facto dos contactos inferiores serem diferentes, conforme o calibre. Estes contactos encaixam no orifício dum *anel de contacto* (figura 5) que se coloca na base do corta-circuito, e que tem dimensões diferentes, conforme o calibre do fusível.

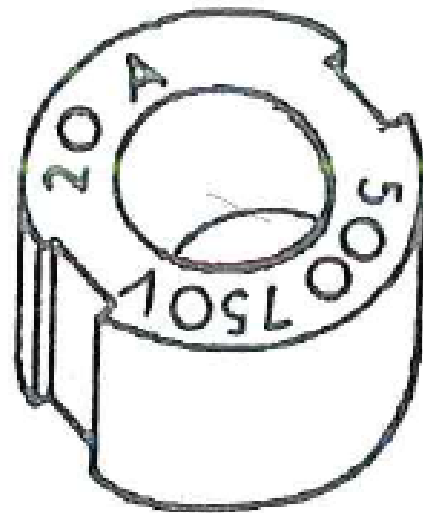


FIG. -5

Anel de contacto para fusível de rolo

Na parte superior do fusível de rolo existe uma sentinela indicadora da fusão, por onde se pode verificar se *o fio está ou não fundido*. Segundo o calibre, os rolos e os anéis de contacto são pintados de cores convencionais, correspondentes às intensidades nominais em amperes. As intensidades nominais vêm indicadas nos rolos, os quais podem suportar 1,5 vezes a respectiva intensidade nominal. ***Logo que essa intensidade máxima de corrente for excedida, deverão fundir.***

Os corta-circuitos do tipo Gardy compõem-se de três peças essenciais:

- ***a base*** de porcelana metalizada, com terminais para ligação do condutor que se pretende proteger;
- ***os alvéolos***, pequenos cilindros cujo diâmetro interior varia com o calibre do fusível;
- ***e a ficha*** com o fusível, cujos pernos de contacto têm diâmetros diferentes- conforme o calibre do fusível- e que se introduzem nos orifícios dos alvéolos.

Deste modo, não é possível colocar uma ficha fusível com calibre diferente do dos alvéolos com que a base está equipada.

O fio fusível está colocado no interior da ficha de porcelana que, na parte superior, tem um orifício tapado com mica, por onde se pode verificar se o mesmo ***está ou não fundido***.

Em paralelo com o fusível e colocado em frente do orifício, há um fio de pequena secção. Como este fio tem grande ***resistência eléctrica***, só é percorrido por uma pequena parte da corrente, mas ao dar-se a fusão do fusível toda corrente passa por ele e, nessa altura, funde também.

Fabricam-se quatro modelos normais deste tipo de corta-circuito: «mignon», pequeno, médio e grande. Qualquer destes modelos pode ser provido de espigas roscadas, com porcas e anilhas, que servem não só para fixação-quando os quadros são de material isolador-como também de terminais de ligação. Dos dois primeiros, fabricam-se uni e bipolares, enquanto que dos últimos modelos somente se fabricam unipolares.

No quadro seguinte indicam-se as intensidades de corrente para que são fabricados.

QUADRO I

Modelo	Calibre das fichas fusíveis
«Mignon» (a)	0,5 a 5 A
Pequeno	1, 2, 4, 6, 10 e 15 A
Médio	3, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 40 e 50 A
Grande	10, 15, 20, 25, 35, 50, 60, 80 e 100 A

(a) Não necessita de alvéolos.

O fio fusível empregado nos diferentes modelos de corta-circuitos pode ser de **vários metais ou ligas metálicas (cobre, prata, chumbo, estanho, chumbo com estanho na proporção de duas partes do primeiro com uma do segundo)**. **Na maioria dos casos, porém, emprega-se a prata.**

A tabela II, indica o diâmetros dos fios de prata para fusíveis, dos calibres correntes no mercado. A intensidade em amperes indicada na tabela corresponde ao valor médio da corrente para que se dá a fusão, quando o fio está colocado livremente no ar.

TABELA II

Diâmetro (milímetros)	Intensidade (amperes)	Diâmetro (milímetros)	Intensidade (amperes)
0,04	1	0,50	30
0,08	2	0,57	35
0,10	3	0,65	40
0,12	4	0,85	50
0,16	5	1,00	60
0,18	6	1,15	70
0,27	10	1,25	80
0,35	15	1,40	100
0,43	20	2,00	150
0,47	25	2,40	200

Ao dar-se a fusão convém que o arco, que então se forma, extinga rapidamente. Torna-se por isso necessário que o fio fusível tenha um comprimento tal, que satisfaça a esta condição. A tabela III, dá-nos o comprimento **L** em milímetros, que o fio de prata deve ter entre terminais de ligação, para tensões até 500 volts.

TABELA III

Intensidade nominal (amperes)		Comprimento (l mm)
Até	10	25
	20	50
	30	69
	50	88
	70	101
	100	113

A tabela IV dá-nos a intensidade em amperes correspondente ao valor médio da corrente para que se dá a fusão dos fios de estanho, de chumbo e de cobre, em função do seu diâmetro, para um comprimento entre terminais de ligação de 4 e 10 cm.

TABELA IV

Corrente de fusão (amperes)	ESTANHO Diâmetro em mm	CHUMBO Diâmetro em mm	COBRE Diâmetro em mm
1	0,183	0,206	0,053
2	0,287	0,325	0,086
3	0,378	0,427	0,113
4	0,46	0,51	0,137
5	0,53	0,6	0,157
10	0,84	0,95	0,249
15	1,17	1,25	0,328
20	1,39	1,5	0,396
25	1,68	1,75	0,46
30	1,76	1,97	0,52
35	1,95	2,2	0,57
40	2,13	2,4	0,63
50	2,48	2,78	0,78
60	2,8	3,14	0,82
80	3,4	3,8	1
100	3,92	4,4	1,16

Disjuntores de máxima corrente

São, como os corta-circuitos fusíveis, aparelhos de protecção destinados a interromper a corrente em caso de curto-circuito ou de sobrecarga na instalação que protegem. Funcionam, automaticamente, ***quando a corrente ultrapassa determinado valor.***

São construídos uni, bi, tri e tetrapolares. Para grandes poderes de corte *os contactos estão mergulhados em óleo.*

A figura 6 representa, numa forma simplificada, a disposição das peças que constituem um disjuntor de máxima corrente, unipolar do tipo usual.

O interruptor é ligado manualmente, por meio dum manipululo M , mantendo-se armado por um linguete L , que se contrapõe ao esforço duma mola m , que tende a desliga-lo.

Disjuntores de máxima corrente

O *disparador ou relé* consta de um electroíman com uma bobina de excitação ligada em série com o circuito que protege.

A bobina de excitação do electroíman é constituída por algumas espiras de fio de cobre de grande secção.

A armadura **a** tem uma saliência que serve de apoio ao linguete de armar.

Quando a corrente atinge determinado valor, o campo de electroíman aumenta e a armadura é atraída, libertando o interruptor à acção da mola que o faz desligar.

Disjuntores de máxima corriente

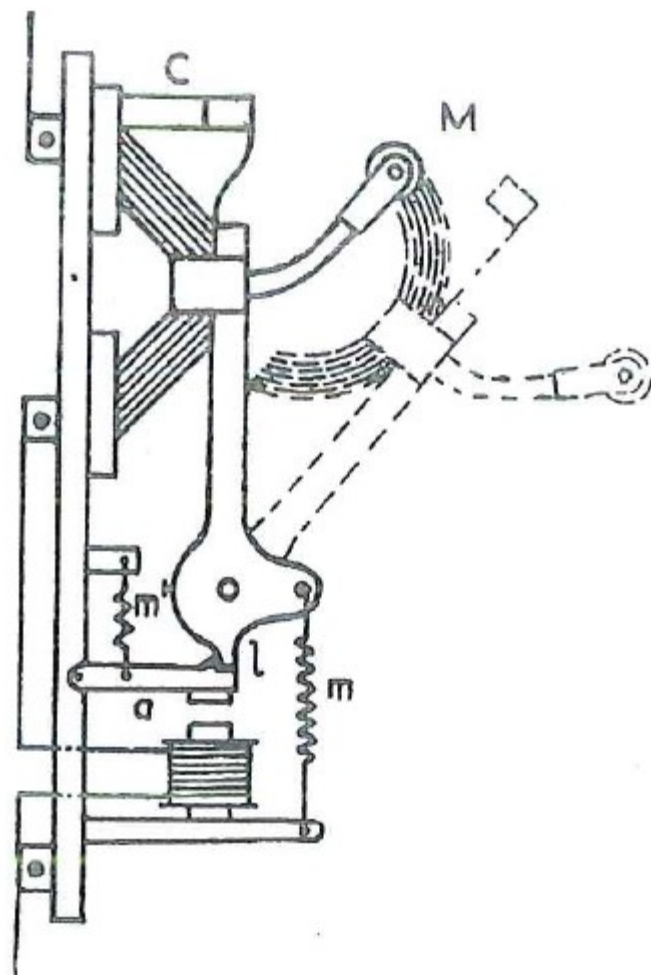


FIG. 1

Disjuntores de máxima corrente

O valor da corrente capaz de provocar o disparo depende da tensão da mola m , que se opõe a que a armadura seja atraída.

A regulação da tensão desta mola permite assim, dentro de certos limites, regular os valores da intensidade de corrente para que o disjuntor deve funcionar.

Um mostrador, com uma escala graduada em amperes e um ponteiro, indica-nos qual o valor da corrente para que está regulado.

Noutro tipo de disjuntores, o electroímã tem um núcleo de absorção. Quando a corrente atinge o valor para que está regulado, o núcleo move-se e vai fazer accionar a peça que liberta o linguete de armar, provocando o disparo. A regulação é feita por intermédio dum aro, que se fixa na altura em que deve ficar o núcleo dentro da bobina de excitação.

Disjuntores de máxima corrente

Para evitar que o disjuntor desligue por qualquer motivo fortuito, como, por exemplo, um curto-circuito instantâneo sem consequências, o disparador pode ser temporizado, isto é, regulado para disparar só no fim de alguns segundos. Para esse efeito, é articulado um êmbolo com o núcleo móvel ou com uma armadura, que se move num cilindro com óleo, retardando assim o seu funcionamento.

O disjuntor indicado na figura 6, não pode disparar enquanto o manípulo se conservar premido com a mão, o que é inconveniente, pois, se houver um curto-circuito ou uma sobrecarga persistente, o circuito só poderá ser interrompido depois de se largar o manípulo. Este inconveniente pode ser evitado instalando no circuito um interruptor, que só deve ser fechado depois do disjuntor estar armado.

Disjuntores de máxima corrente

Há disjuntores com dispositivo mecânico que permitem o *disparo mesmo com o manípulo premido*.

Os disjuntores de máxima, para correntes muito elevadas, são quase sempre munidos de contactos auxiliares, indicados na figura 6 com a letra C, que interrompem o circuito só depois dos contactos principais se terem desencostado. Desta forma, o arco de ruptura salta entre os contactos auxiliares, mais fáceis de serem substituídos, poupando assim os contactos principais.

Outros dispositivos podem ser empregados com o mesmo fim, como, por exemplo, *um electroiman* colocado de forma a provocar o sopro magnético.

O disjuntor descrito é do tipo electromagnético. Há, porém, disjuntores em que o disparo é feito por uma *lâmina bimetálica* (bilâmina), ou seja, uma lâmina constituída por dois metais de coeficientes diferentes.

Disjuntores de máxima corrente

A lâmina está ligada em série no circuito a proteger, e não se deforma enquanto a corrente *não atingir determinado valor.*

Ultrapassando este, a lâmina ***aquece e dilata-se, e a sua deformação vai actuar no dispositivo mecânico que desliga o disjuntor.***

A maioria parte dos disjuntores deste tipo tem também um disparador electromagnético, para actuar instantaneamente quando se trata de curto-circuito. O sistema térmico, que actua lentamente, só funciona com sobrecargas.

DISJUNTORES

Generalidades

Os disjuntores são interruptores em que a abertura do circuito pode fazer-se automaticamente, em condições predeterminadas.

Compreendem duas partes essenciais:

1ª – um interruptor especial inserido no circuito a interromper;

2ª – um dispositivo, designado por *disparador*, que provoca a abertura do interruptor.

DISJUNTORES

O disparador tem duas funções:

1ª – acusar a existência de um defeito;

2ª – actuar directamente sobre o mecanismo que desliga o interruptor.

Quando se trata de um disjuntor para funcionar com grande precisão, a primeira função é confiada a um *relé* que comanda electricamente o disparador que vai desempenhar a segunda função.

DISJUNTORES

O relé é alimentado por uma corrente de fraco valor, e no seu funcionamento vai fechar o circuito do disparador que por sua vez é alimentado por uma corrente de valor mais elevado, a qual lhe permite produzir o trabalho mecânico necessário à abertura do interruptor. A corrente de alimentação do disparador pode ser fornecida por uma fonte de energia auxiliar, por exemplo uma bateria de acumuladores.

Os relés podem ficar afastados dos disjuntores, aos quais estão ligados por condutores de fraca secção. Ficam geralmente instalados em locais acessíveis à sua fácil regulação.

DISJUNTORES

Para melhor compreensão do funcionamento do relé vamos examinar o esquema da figura , que se refere a um disjuntor de máxima corrente, com relé e disparador electromagnéticos.

A bobina B do relé está ligada ao terminais do «shunt» S inserido em série com o circuito a proteger. Quando a intensidade de corrente no circuito a proteger atinge um valor superior ao normal, a fraca fracção da corrente total que passa pela bobina do relé aumenta também proporcionalmente. O núcleo N é absorvido pela bobina, obrigando o interruptor I a fechar, permitindo assim a alimentação do disparador D pela fonte auxiliar F .

DISJUNTORES

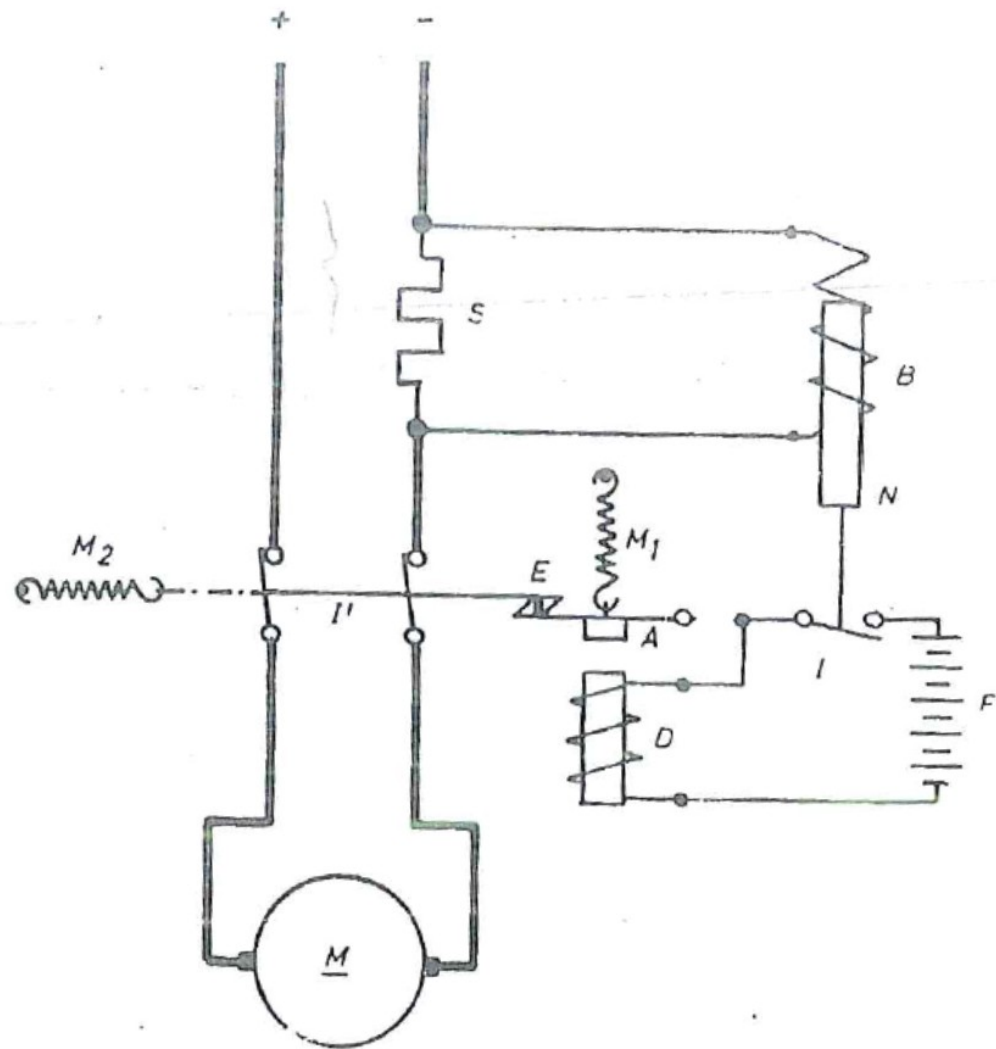


FIG. VI

Esquema dum disjuntor de máxima corrente com relé e disparador electromagnéticos

DISJUNTORES

A armadura A é atraída, vencendo a acção da mola antagonista M_1 ; o engate E desengata , e a mola M_2 obriga o interruptor I' a abrir, interrompendo o circuito.

Os disjuntores mais empregados na protecção de canalizações e de motores eléctricos são:

- 1^a- disjuntor de máxima corrente ;
- 2^a- disjuntor de mínima corrente;
- 3^a- disjuntor de mínima tensão;
- 4^a- disjuntor diferencial.