



# **CTeSP – Instalações eléctricas e Automação**

## **Aula 05 - Aparelhagem e Medidas Eléctricas**

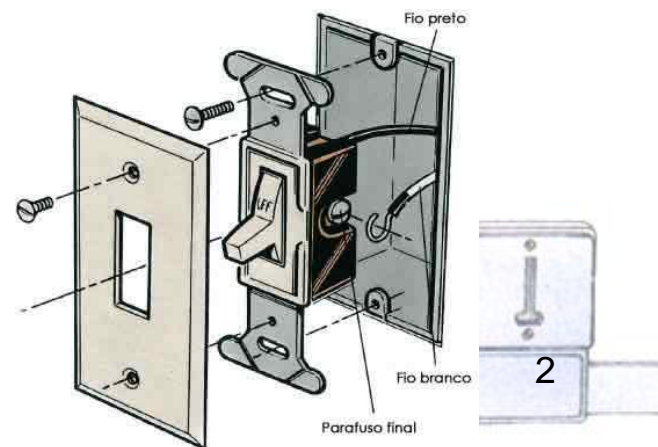


# Aparelhagem eléctrica – Interruptor

- Por norma os interruptores contêm um dispositivo associado ao comando manual (tecla) que fecha ou abre o circuito independentemente da velocidade de accionamento manual por parte do operador.
  - Nos interruptores das nossas casas isto é feito através de uma mola.
- Não contém encravamento mecânico.



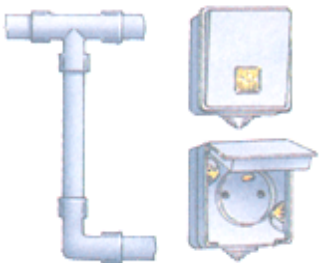
José Saraiva



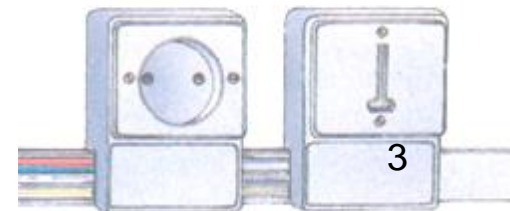


# Aparelhagem eléctrica – Interruptor

- Características construtivas dos Interruptores.
  - Interruptores de grande volume Óleo;
  - Interruptores de pequeno volume de Óleo;
  - Interruptores Pneumáticos;
  - Interruptores em Vácuo;
  - Interruptores em SF6.



José Saraiva

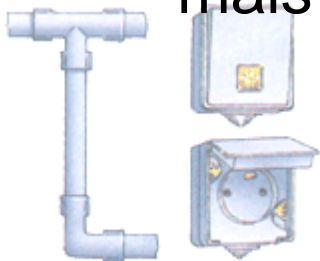




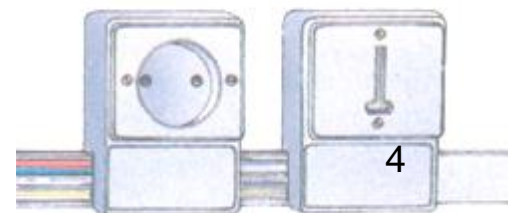
# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

- **Interruptores em vácuo**
- A força dieléctrica elevada que se apresenta no Vácuo(o isolador perfeito) oferece uma alternativa excelente para extinguir de forma eficaz o arco eléctrico.
- Quando se desliga um circuito de corrente alterna e se separa um jogo de contactos instalados numa câmara de vácuo, a corrente é cortado antes da primeira passagem por zero.
- Com a vantagem de que a força dieléctrica entre os contactos aumenta na ordem de mil vezes do que num interruptor convencional. Isto implica que o arco não volte a aparecer.
- Estas propriedades fazem que o interruptor em vácuo é mais eficiente, leve e económico.



José Saraiva

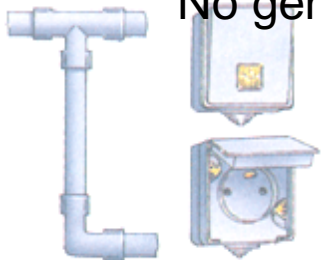




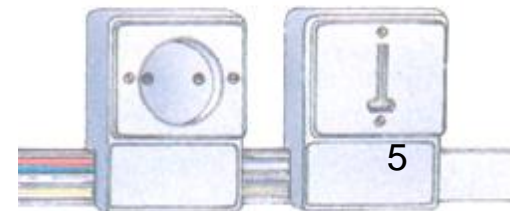
# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

- A presença do arco nos primeiros momentos após ocorrer a abertura dos contactos deve-se principalmente:
  - Emissão de Termoiónica.
  - Emissão pelo efeito do campo eléctrico.
- Ou seja os iões que contribuíram para o arco, provém dos contactos principais do interruptor.
- Convém salientar que em determinadas aplicações é aconselhável manter o arco entre os contactos até ao momento em que a corrente passa por zero, evitando desta forma que surja no sistema efeitos de sobretensão, produto de valores elevados de  $di/dt$ .
- A estabilidade do arco depende do material em que são feitos os contactos e dos parâmetros do sistema (tensão, corrente, indutância e capacitância). No general a separação dos contactos varia entre 5 e os 10 mm por Kv.



José Saraiva





# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

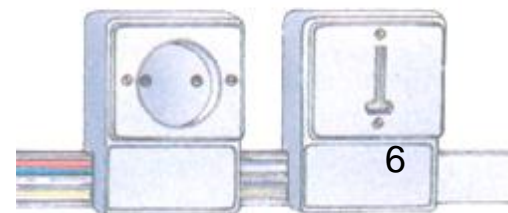
- Vantagens

- Período de corte muito rápido, em geral o arco é extinto na primeira passagem por zero;
- A rigidez dieléctrica entre os contactos é reposta rapidamente evitando que o arco reacenda;
- São mais leves e económicos;
- Não requerem manutenção;
- Vida útil muito longa em relação a um interruptor convencional;
- Indicado para o uso em BT e MT.

- Desvantagens

- Dificuldade para manter as condições de vácuo;
- Podem gerar sobretensões durante o corte;
- Têm um poder de corte limitado.

José Saraiva

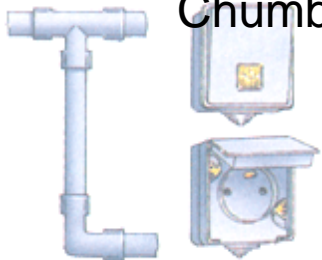




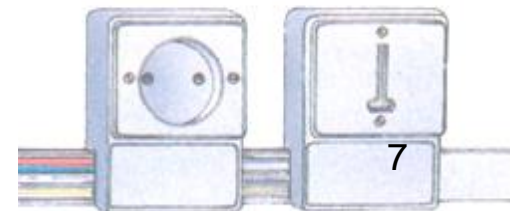
# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

- É importante salientar a importância que tem o material com que se fabricam os contactos dos interruptores de vácuo.
- A estabilidade do arco na altura de separar os contactos, depende principalmente da composição química do material com que os contactos são feitos.
- Se o arco for instável, significa que está extinguido rapidamente antes do cruzamento por zero, gerando um cociente  $di/dt$  elevado originando um efeito de sobretensão.
- Para evitar esta situação, são procurados materiais que apresentem baixa vaporização do contacto na exposição ao arco. Estes materiais não são fáceis de encontrar, porque eles não têm propriedades adequadas para o uso nos interruptores de vácuo.
- Por exemplo material com boa condutividade eléctrica e térmica, têm baixos pontos da fusão e de evaporação, e alta vaporização de partículas a altas temperaturas. Não obstante, os metais que apresentam baixa vaporização às altas temperaturas são maus condutores eléctricos.
- Para se combinar ambas as características começou-se a combinar ligas de metais e materiais não metálicos como Cobre-Bismuto, Cobre-Chumbo, Cobre-Tântalo, Prata-Bismuto, ou Prata-Telúrio.



José Saraiva





# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

- **Interruptores em SF6**

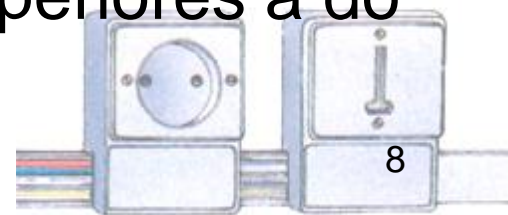
- O aumento contínuo nas potências de curto-circuito nos sistemas forçou a procura de formas mais eficientes de interromper correntes e diminuir os tempos do corte o que reduz a energia dissipada durante o arco.

- É usado como o material isolador e para extinguir o arco.

- O SF 6 é estável, inerte, puro e altamente inflamável é um gás muito pesado (5 vezes mais denso que o ar).

- Na presença de SF6 a tensão do arco permanece com um valor baixo, a razão por que a energia dissipada não alcança valores muito elevados.

- A força dieléctrica do gás é 2.5 vezes superiores a do ar (à pressão atmosférica).







# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

- **Interruptores em SF6 ...continuação...**

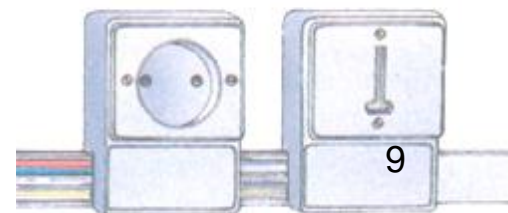
-A força dielétrica depende da formação do campo eléctrico entre os contactos, que depende também da forma e da composição dos eléctrodos.

-Se um campo magnético se formar entre os contactos, a força dielétrica do SF 6 pode alcançar valores perto de 5 vezes a rigidez do ar.

-São unidades seladas, normalmente trifásicas e pode operar durante largos anos sem manutenção, porque praticamente não se decompõe e não é abrasivo.

-Uma outra vantagem importante deste gás, é sua força dielétrica elevada por isso é um isolador excelente. Desta forma consegue-se uma redução significativa das superfícies ocupadas por subestações e salas de seccionamento. A redução de espaço alcançado com o uso das unidades de SF 6 está perto de 50%.

-Esta vantagem compensa frequentemente do ponto de vista económico, é claro que há um custo inicial mais elevado na instalação. A pressão do SF 6 nos interruptores permanece na ordem das 14 atmosferas.

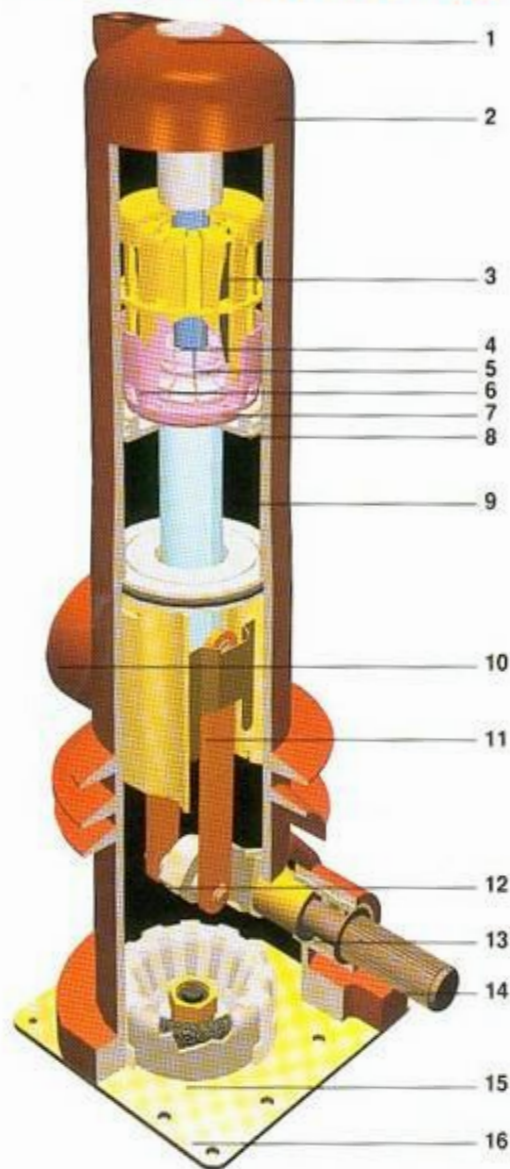




# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

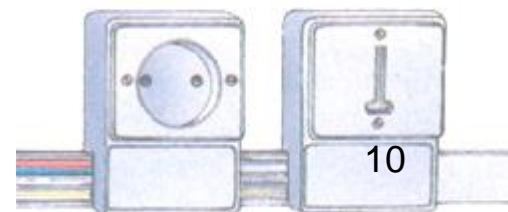
auto-compression technique



- **Interruptor em SF6 até 40,5 Kv**

1. Terminal superior;
2. Isolamento;
3. Contacto principal fixo;
4. Arco de contacto fixo;
5. Arco do contacto móvel;
6. Vedante;
7. Contacto principal móvel;
8. Pistão móvel;
9. Câmara de pressão;
10. Terminal de corrente inferior;
11. Braço do contacto móvel;
12. Viela;
13. Vedante;
14. Braço de tracção;
15. Depósito;
16. Base

José Saraiva





# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

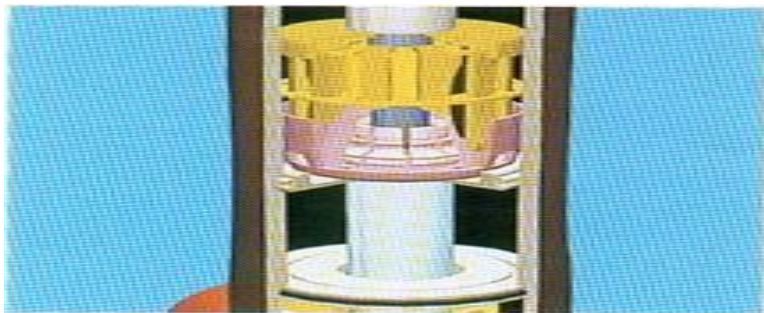


fig. 1

O contacto está Inicialmente Fechado

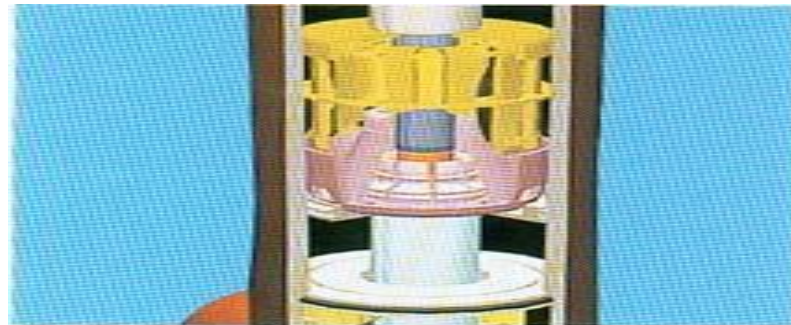
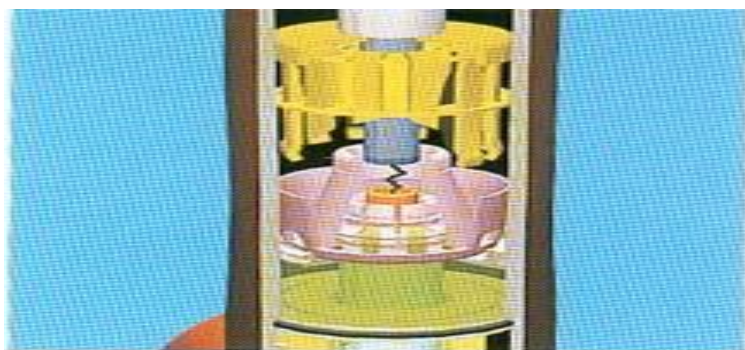
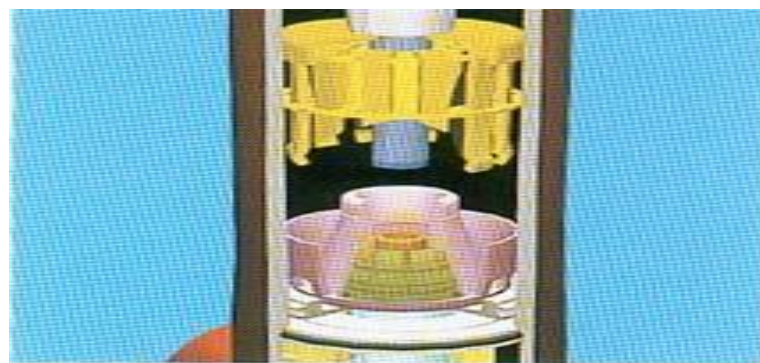


fig. 2

Antes do contacto abrir a câmara é invadida com SF6



Período de arco, o arco forma-se entre as superfícies de contacto, a viela continua em movimento até ao arco ser extinto.



O curso chega ao fim e o gás faz extinguir o arco e o circuito fica aberto.

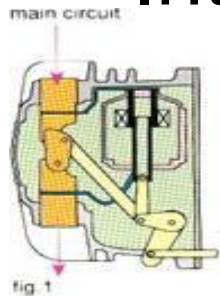




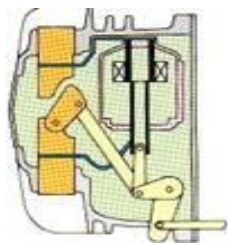
# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor

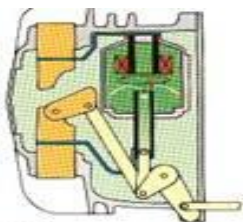
- Interruptor em SF6 até 17,5 Kv



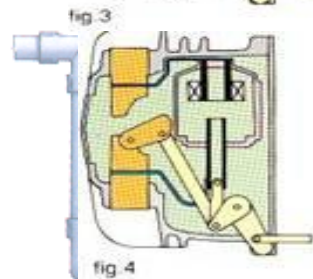
- O interruptor fechado;



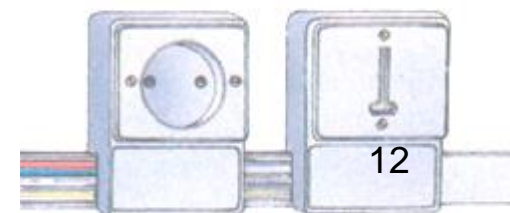
- Contacto principal aberto, apenas os contactos formados pelo arco continuam fechados;



- O gás faz extinguir o arco.



- O circuito está aberto.

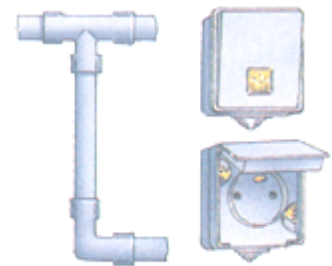




# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor Seccionador

- Os Interruptores que cumpram as normas de isolamento para os seccionadores, são chamados de Interruptores Seccionadores.
  - A aptidão para seccionador é definida pela distância de abertura dos contactos.
- O interruptor seccionador permite desempenhar, na mesma unidade, as funções:
  - Corte;
  - Seccionamento com poder de fecho;
  - Encravamento mecânico.



José Saraiva





# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor Seccionador

- **Interruptores - Seccionadores** – Destinam-se a interromper ou estabelecer circuitos eléctricos em condições normais de funcionamento – **Têm poder de corte.**

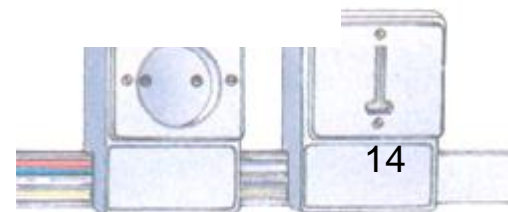
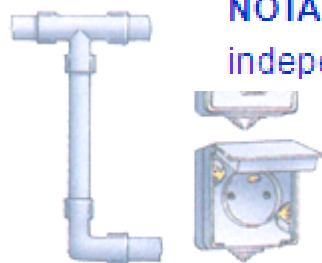
Montagem Exterior – PTAI



Na Abertura, a faca pára-faíscas, fica presa na maxila superior e só abre depois de a faca ter atingido a distância de seccionamento conveniente;

Então desloca-se bruscamente, sob a acção de uma mola, efectuando o corte;

**NOTA:** A velocidade de abertura e de fecho das facas principais e das facas pára-faíscas são independentes do operador

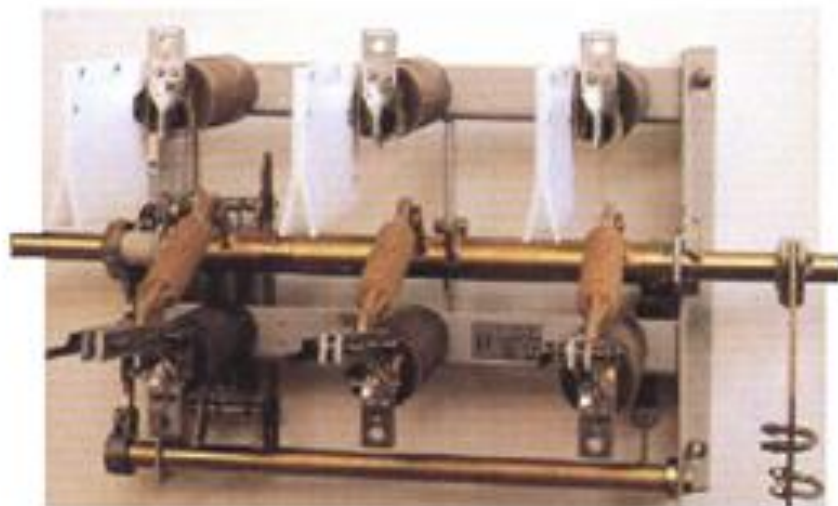




# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor Seccionador

### Montagem Interior



**NOTA:** A velocidade de abertura e de fecho das facas principais e das facas pára-faíscas são independentes do operador

Na Abertura, a faca pára-faíscas, retida na câmara de sopragem por um linguete, só abre depois de a faca ter atingido a distância de seccionamento conveniente;

Desloca-se então bruscamente, sob a acção de uma mola, efectuando o corte;

O arco que entretanto se desenvolve entre as paredes da câmara de sopragem é refrigerado, soprado e extinto pelos gases libertados por estas paredes sob a acção do calor produzido pelo próprio arco;

A extinção do arco dá-se antes da faca pára-faíscas sair da câmara de sopragem, assegurando-se assim completa segurança de corte.

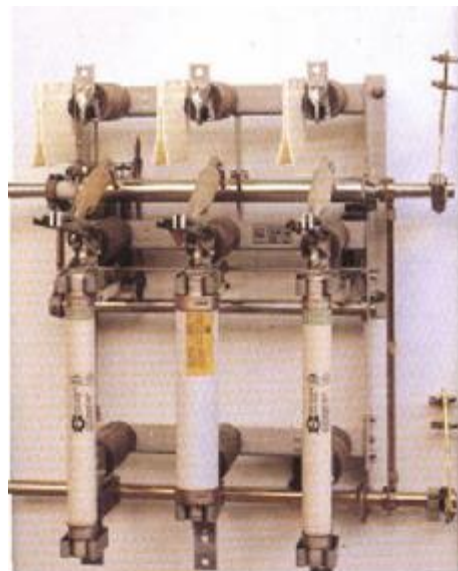


# Aparelhagem eléctrica de corte e comando

## Interruptor Seccionador-Fusível

➤ **Interruptores seccionadores – fusíveis (Combinados)** - Destinam-se a interromper ou estabelecer circuitos eléctricos

- em condições normais de funcionamento (acção de comando) – Comando voluntário (local e/ou à distância).
- em situações de sobreintensidades – sobrecarga e curto-circuito – (acção de protecção) – Comando automático.



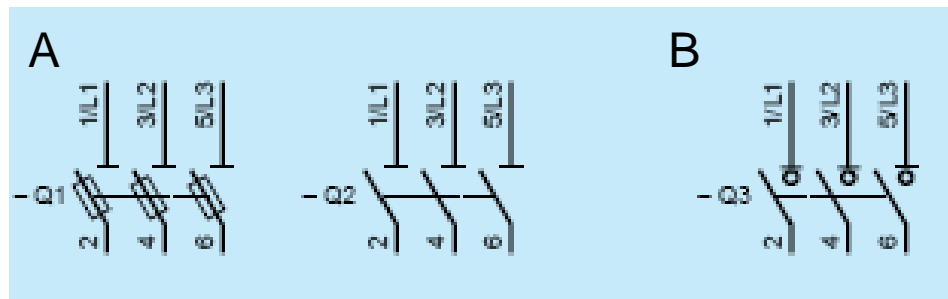
O princípio de funcionamento do Combinado é semelhante à do interruptor-seccionador, ao qual é associado uma base para fusíveis e um sistema de disparo por percutor, permitindo o corte tripolar por fusão de um ou mais fusíveis. Pode ter associado uma bobine de disparo, accionada por sobrecarga e/ou pelo aumento da temperatura do TP













# Aparelhagem eléctrica



- a) Seccionador com e sem fusíveis
- b) Interruptor seccionador

- Simbologia;
- Análise das diferenças entre seccionador, Interruptor e Interruptor seccionador.

	Seccionador	Interruptor	Interruptor seccionador
Manobras em carga			
Encravamento quando off			



# Aparelhagem eléctrica de comando

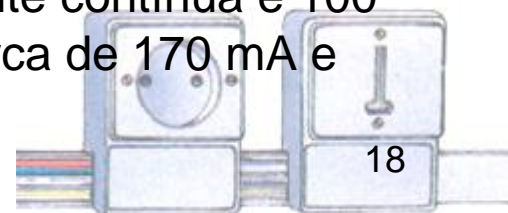
## Contactor

- O **contactor** também conhecido por comutação tudo ou nada, ou seja estabelece ou corta a alimentação aos receptores
- O contactor é definido como sendo um aparelho de corte e comando normalmente accionado por meio de um electroíman concebido para executar um largo número de manobras. Quando a bobine do electroíman está sob tensão o contactor fecha o circuito e alimenta os dispositivos associados.
- O contactor tem uma vasta gama de aplicação nos dias de hoje.
- Praticamente todos os automatismos que envolvem o controlo de potências elevadas.
- Já que para o corte de potências elevadas utiliza correntes baixas.

– Por exemplo:

- Um contactos de calibre de 300 A necessita de uma potência nas bobines do contactor de cerca de 40W em corrente contínua e 100 W em corrente alternada. O que corresponde cerca de 170 mA e 430 mA @230 V

José Saraiva





# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

- **Contactor de rotação**

- Utilizado normalmente em condições difíceis de funcionamento (circuitos indutivos e grande frequência de manobras) e a correntes nominais bastante significativas (dezenas de centenas de Amper)

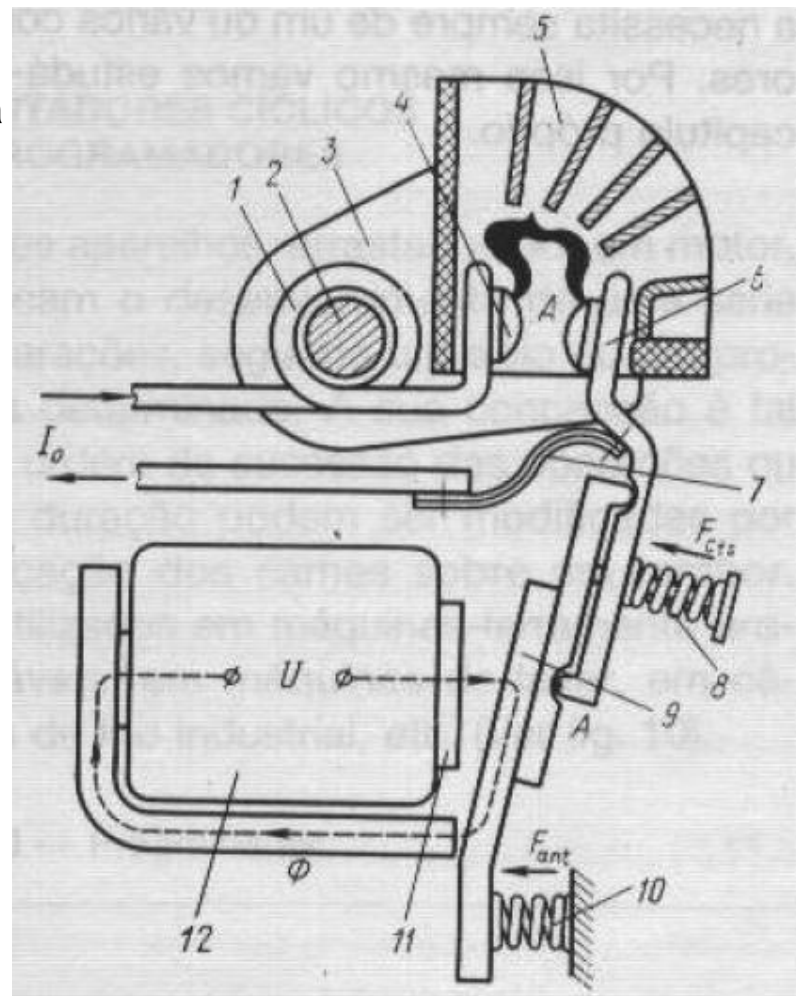
1. Bobine de sopro magnético;
2. Núcleo da bobine de sopro;
3. Placa do pólo fixo;
4. Contacto fixo;
5. Câmara de grelhas/extinção;
6. Contacto móvel;
7. Fita condutora
8. Mola;
9. Armadura;
10. Mola;
11. Peça Polar
12. Bobina;

A – Arco eléctrico;

U – Tensão de Alimentação;

$\Phi$  – Fluxo magnético;

$I_o$  – Corrente manobrada;





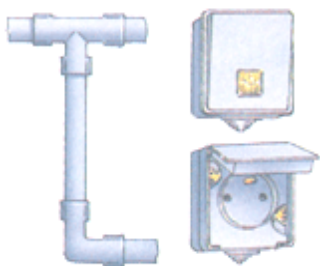
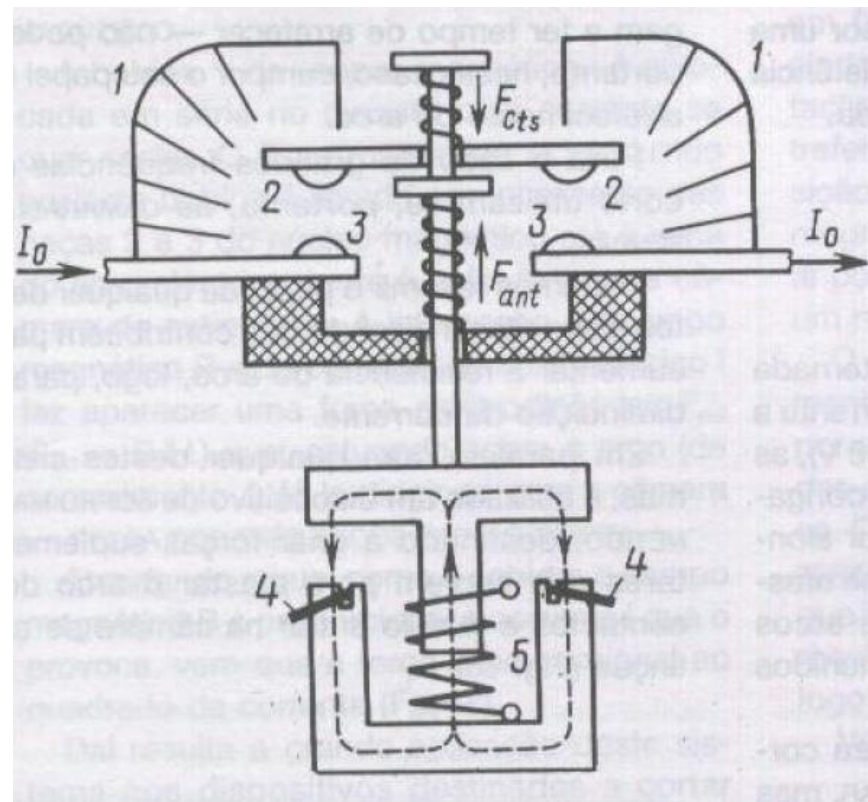
# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

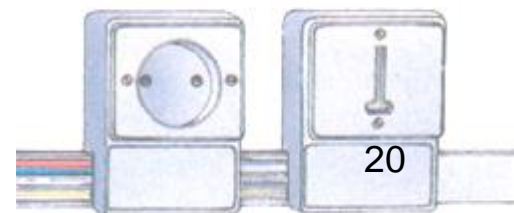
- **Contactor de translação**

- É a forma mais comum do contactor é usado para condições mais usuais de funcionamento e correntes de corte na ordem das dezenas de Amper.

1. Câmara de grelhas/extinção;
  2. Contacto móvel;
  3. Contacto fixo;
  4. Espira de Fragger
  5. Bobina;
- $I_o$  – Corrente manobrada;



José Saraiva

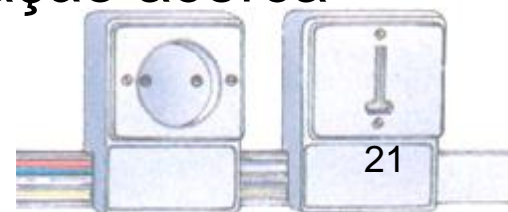
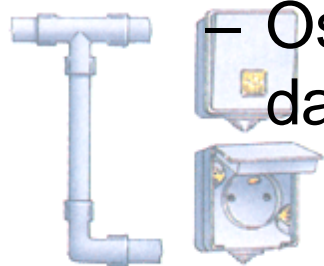




# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

- Nos dois tipos abordado conseguem encontrar-se características essenciais aos contactores, assim como:
  - Os contactos principais ou pólos que asseguram o fecho e abertura das correntes principais (circuito de potência);
  - O sistema de extinção do arco eléctrico, que como visto anteriormente serve para extinguir o arco e minimizar os efeitos nefastos.
  - O electroíman que é o elemento motor do contactos, ou seja, faz com que os contactos se aproximem ou afastem;
  - Os contactos auxiliares que dão informação acerca da posição dos contactos;





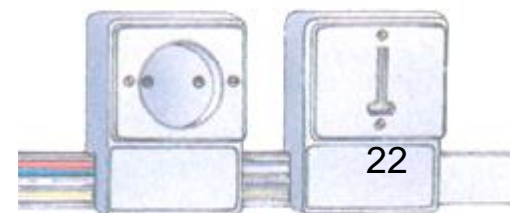
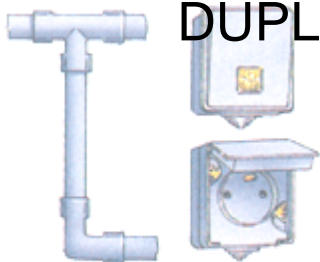
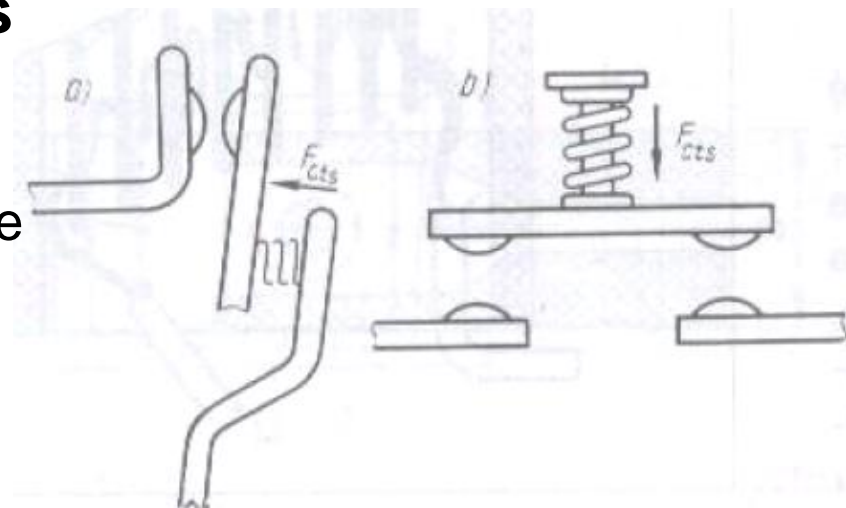


# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

### Contactos Principais ou Pólos

- São eles que se encarregam de estabelecer ou de romper a corrente no circuito de potência;
- Por isso são dimensionados para permitir a passagem da corrente nominal do contactor, em serviço permanente, sem aquecimento anormal;
- Comportem uma parte fixa e uma parte móvel munida de molas que transmitam uma pressão conveniente nos contactos;
- Os Contactos podem ser de CORTE SIMPLES (a)) ou de CORTE DUPLO (b)).





# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

### Contactos Principais ou Pólos

- Na abertura dos primeiros forma-se um arco, enquanto que na dos segundos se formam-se dois.
- Assim, o poder de corte dos aparelhos com contactos de corte duplo É MAIOR que o dos aparelhos de contactos de corte simples.
- Os contactos duplos acarretam que a força da mola terá de ser superior neste tipo de contactos;
- Os contactos são equipados de pastilhas de contacto fabricadas em materiais de elevada resistência ao desgaste provocado pelos arcos eléctricos;
- Por exemplo, em prata ou por uma liga prata - óxido de cádmio, cuja resistência mecânica e ao arco eléctrico é elevada.





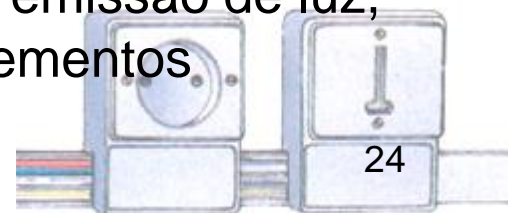
# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

### Sistemas de extinção do arco eléctrico

- Nos contactores para corrente alternada que se destinem a intensidades de corrente a cortar até 100 A (à tensão de 100 a 200 V), as câmaras de extinção de arco não são obrigatórias, pois que o arco se extingue por alongamento no ar, quando os contactos se afastam.
- Para evitar a recuperação dos arcos eléctricos, os pólos vizinhos estão munidos de tabiques separadores isolantes.
- Existem igualmente contactores para corrente continua com corte de arco ao ar, mas para o corte em intensidades de corrente mais baixas.
- A habilidade de um bom sistema de extinção de arco não é caracterizado apenas na extinção do arco em si, mas em fazê-lo numa região reduzida, com o mínimo de ruído e de emissão de luz, num curto período e com reduzido desgaste dos elementos constituintes.

José Saraiva







# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

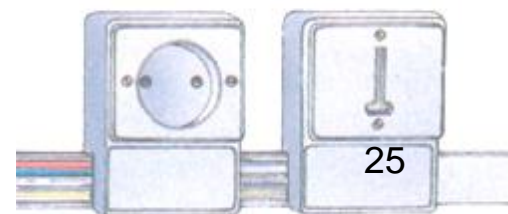
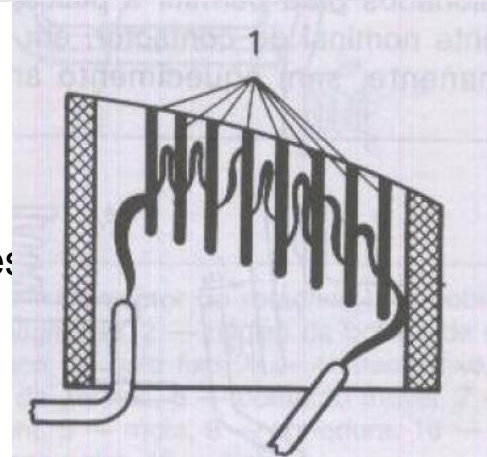
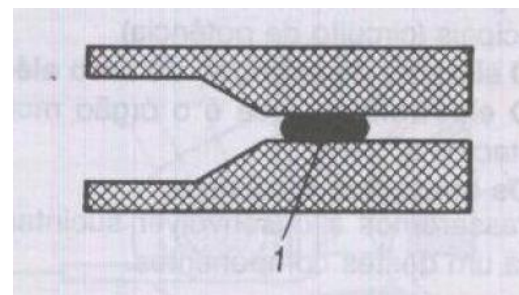
- Para grandes intensidades de corrente a cortar, os aparelhos são munidos de **CÂMARAS DE EXTINÇÃO DE ARCO**

- Câmaras de extinção do tipo Fenda:

- é constituída por fendas entre paredes de material isolante resistente ao arco (amianto, fibrocimento, etc.) por elas passa o arco para se extinguir, devido à dissipação intensa de calor nas paredes.

- Câmaras de grelhas de extinção;

- É constituída por um conjunto de lâminas metálicas finas (1 a 3 mm de espessura) e que cumprem o papel de irradiadores dissipar o calor do arco facilitando assim a sua extinção.
- A prática demonstra que as grelhas de extinção se tornam ineficazes para cortes frequentes em correntes elevadas, já que as grelhas poderão aquecer demasiado e não cumprem a função de arrefecimento do arco.



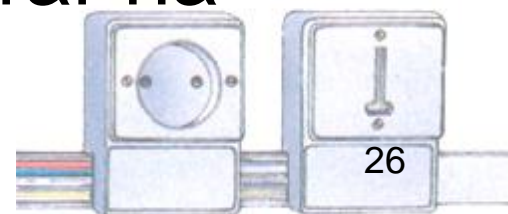


# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

- Assim o papel destes dispositivos servem para contribuir para aumentar a resistência do arco, logo, para a diminuição da corrente.
- Em paralelo com qualquer destes sistemas, é utilizado um dispositivo de sopro magnético, destinado a criar forças suplementares que servem para afastar o arco dos contactos e fazê-lo entrar na câmara de extinção

José Saraiva



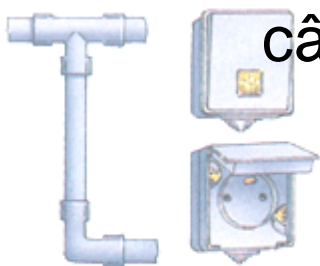


# Aparelhagem eléctrica de comando

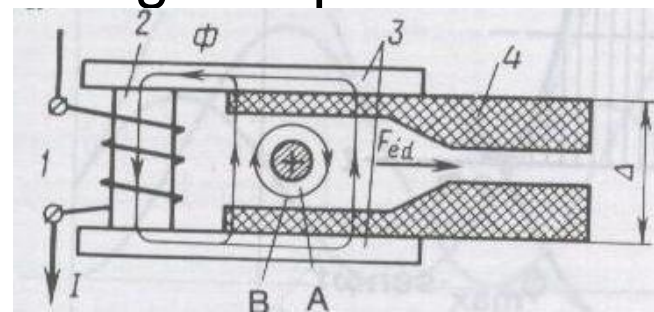
## Contactor

- **Bobine de sopro magnético**

- A bobina de sopro magnético 1 é colocada em série no circuito cuja corrente se quer cortar;
- O fluxo magnético  $\phi$  produzido por esta bobina é levado por intermédio das peças 2 e 3 do núcleo magnético até à zona do arco eléctrico, junto à entrada para a câmara de extinção 4;
- A interacção do Campo magnético  $B$  e da corrente do arco eléctrico  $I$  faz aparecer uma força electrodinâmica  $F_{ed}$  ( $F_{ed} = B.I.L$ ) que, actuando sobre o arco de comprimento  $L$  fá-lo dirigir-se para a câmara de extinção do arco.



José Saraiva

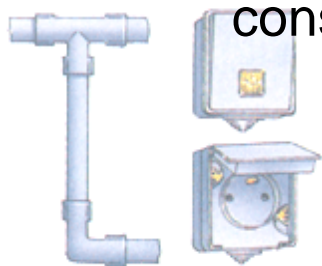




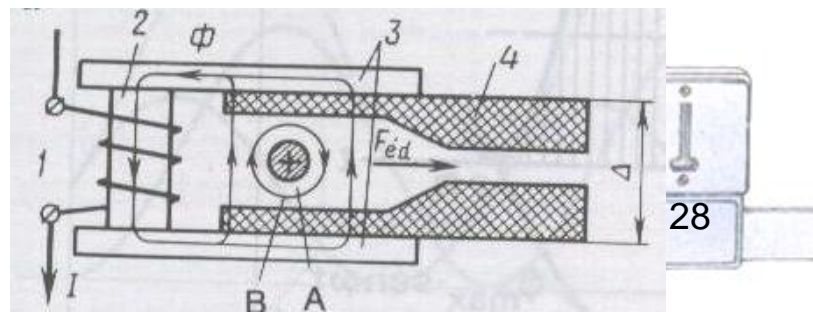
# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

- Regra dos três dedos da mão direita.
  - Sendo que o campo magnético  $B$  é proporcional à Corrente  $I$ .
  - A força electromagnética é proporcional ao quadrado da corrente ( $F_{ed} = I^2$ );
  - a direcção da força  $F_{ed}$  não depende da direcção da corrente, pois quando a corrente muda de sentido, o fluxo  $\phi$  muda simultaneamente com aquela.
  - Este facto permite a utilização do sistema quer em corrente alternada quer em Corrente contínua.
  - Existem ainda sistemas que utilizam quer imanes permanentes, quer a bobina em paralelo, não sendo no entanto utilizados em corrente alternada, por não ser possível nesses casos manter constante o sentido da torça.



José Saraiva

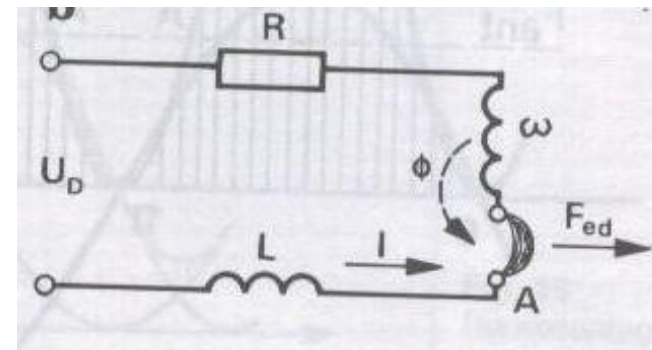




# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

- **O electroíman**
- O electroíman é o elemento motor do contactor, é composto por um circuito magnético e uma bobina
- A sua forma varia em função do tipo de contactores e pode ainda diferir consoante a Corrente de alimentação é alternada ou contínua.
- Um ligeiro entreferro previsto no circuito magnético na posição de fecho evita o risco de colagem por magnetismo remanescente.
- O circuito magnético de um Contactor de CA é constituído
- por chapas de aço-silício para reduzir as perdas por correntes de Foucault e por histerese.
- O núcleo é ainda provido de uma ou duas ESPIFIAS DE FRAGER (ou espiras de desfasagem) que têm como objectivo diminuir a trepidação resultante do anulamento periódico do fluxo.





# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

- Espiras de Frager

- A formula de Maxwell que dá a força electromagnética por pólo de um electroíman

$$F = \frac{B^2 S}{2\mu_0}$$

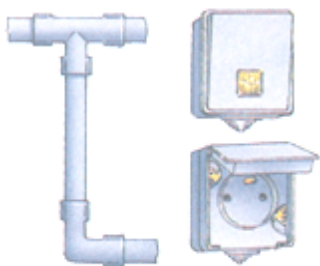
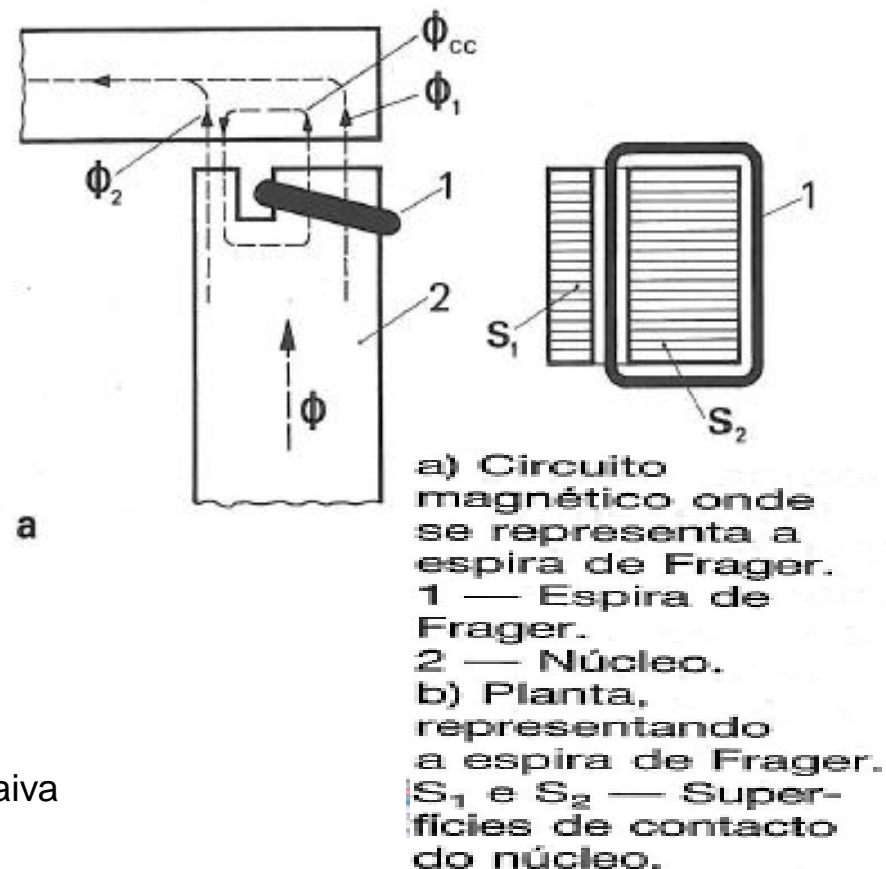
onde:

B — indução magnética no entreferro (T)

S — área da secção do pólo (m<sup>2</sup>)

$\mu_0$  — permeabilidade magnética do ar  
(=  $4.\pi. 10^{-7}$  H m<sup>-1</sup>)

F — força electromagnética (N)



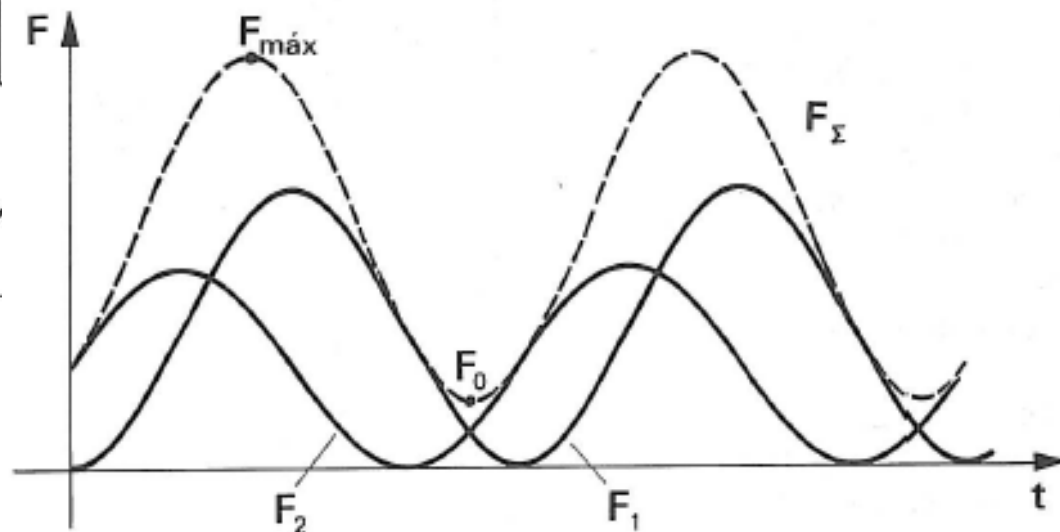
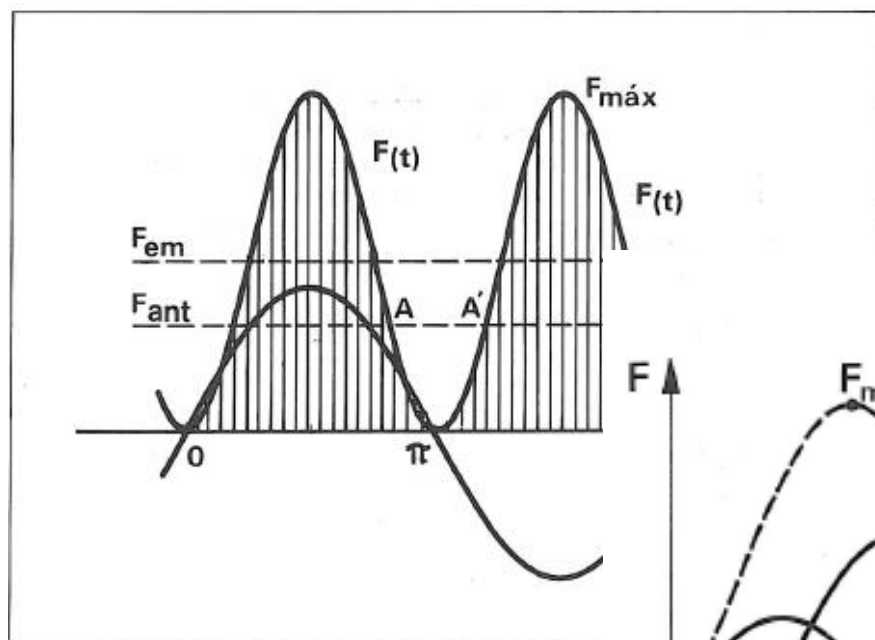




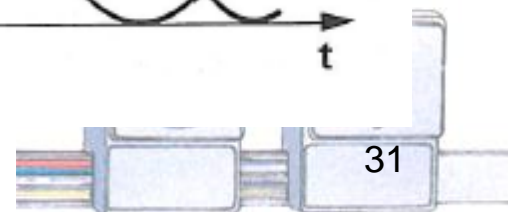
# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactor

- Espiras de Frager



José Saraiva





Câmara de extinção de arcos eléctricos

Contacto de potência fixos

Contacto de potência móveis

Porta-contactos móvel

Circuito magnético móvel

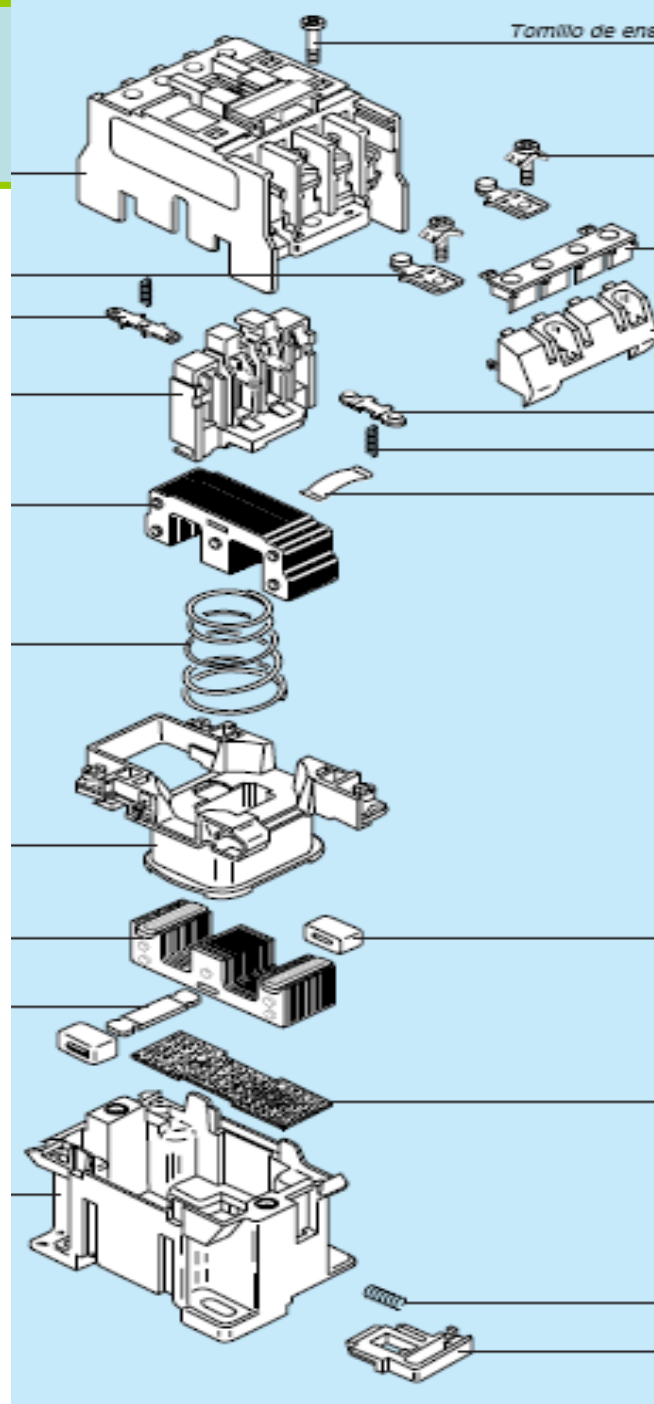
Mola de retorno

Bobine

Circuito magnético fixo

Pino fixo

Base



Parafuso de vedação da câmara de extinção de arco

Parafuso do borne de ligação

Tampa de protecção dos bornes de ligação

Tampa de guia dos fios

Contacto auxiliar móvel

Mola do contacto móvel

Pino do contacto móvel

Amortecedor

Batente

Mola e mecanismo de fixação à calha DIN





# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactores

- **Resumo das características do contactor**

1. **Categoria de emprego:**

- São as situações em que cada uma das categorias pode ser utilizado;

2. **Tensão nominal de emprego ( $U_e$  ou  $U_n$ );**

3. **Corrente nominal de emprego ( $I_e$  ou  $I_n$ );**

4. **Potência nominal de emprego;**

5. **Poder de corte**

- É a intensidade máxima que o aparelho pode cortar sem a destruição dos seus elementos constituintes.

6. **Poder de fecho**

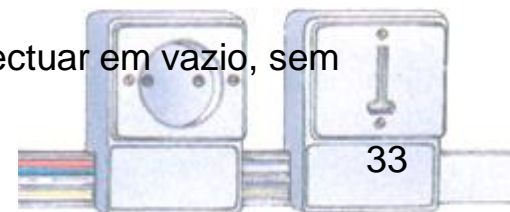
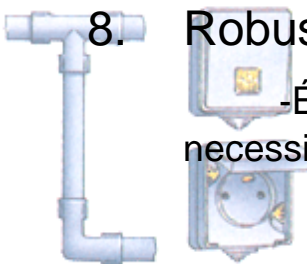
- É a intensidade máxima que o aparelho pode ligar sem a destruição dos seus elementos constituintes.

7. **Robustez Eléctrica**

- É o número máximo de ciclo de manobra que o contactor pode efectuar em carga, sem necessidade da substituição dos seus contactos eléctricos.

8. **Robustez mecânica**

- É o número máximo de ciclo de manobra que o contactor pode efectuar em vazio, sem necessidade da substituição dos seus elementos mecânicos.





# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactores

- **Resumo das características do contactor**

1. **Categoria de emprego:**

- São as situações em que cada uma das categorias pode ser utilizado;

2. **Tensão nominal de emprego ( $U_e$  ou  $U_n$ );**

3. **Corrente nominal de emprego ( $I_e$  ou  $I_n$ );**

4. **Potência nominal de emprego;**

5. **Poder de corte**

- É a intensidade máxima que o aparelho pode cortar sem a destruição dos seus elementos constituintes.

6. **Poder de fecho**

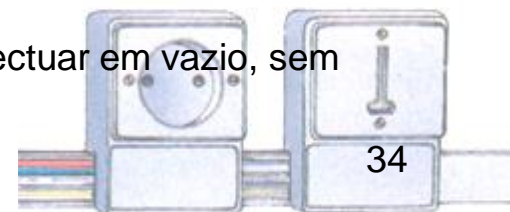
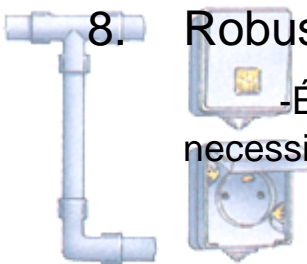
- É a intensidade máxima que o aparelho pode ligar sem a destruição dos seus elementos constituintes.

7. **Robustez Eléctrica**

- É o número máximo de ciclo de manobra que o contactor pode efectuar em carga, sem necessidade da substituição dos seus contactos eléctricos.

8. **Robustez mecânica**

- É o número máximo de ciclo de manobra que o contactor pode efectuar em vazio, sem necessidade da substituição dos seus elementos mecânicos.

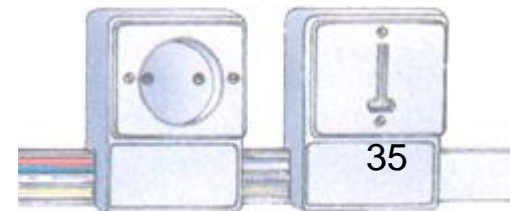
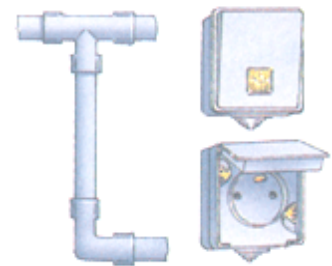




# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactores

- Escolha de um contactor
  - Para a escolha do contactor deve ter-se em conta
    - a natureza do circuito onde este vai actuar
      - Para cargas resistivas AC1
      - Para cargas indutivas AC2, AC'2, AC3 e AC4
    - Poder de fecho do contactor
      - Deve calcular-se a corrente de arranque da carga;
    - Poder de corte
      - Deve ser sempre superior à carga a cortar, no caso do corte de motor não lançado poderá ser no máximo próximo da corrente de arranque (6 a 8  $I_n$ );
    - Ábacos de robustez
      - Dá-nos o número de manobras que poderá efectuar nas condições do circuito;

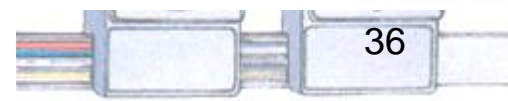




# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactores

APLICAÇÕES CARACTERÍSTICAS EM CORRENTE ALTERNADA	CATEGORIAS	CONDIÇÕES DE FECHO E CORTE CORRESPONDENTES A FUNCIONAMENTO NORMAL			
		FECHO		CORTE	
		I	U	I	U
Resistências (cargas não indutivas)	AC1	$I_e$	$U_e$	$I_e$	$U_e$
Motor de rotor bobinado:					
Corte de motor lançado	AC'2	$2,5 I_e$	$U_e$	$I_e$	$0,4 U_e$
Corte de motor não lançado	AC2	$2,5 I_e$	$U_e$	$2,5 I_e$	$U_e$
Motor de rotor em curto-circuito:					
Corte de motor lançado	AC3	$6 I_e$	$U_e$	$I_e$	$0,17 U_e$
Corte de motor não lançado	AC4	$6 I_e$	$U_e$	$6 I_e$	$U_e$





# Aparelhagem eléctrica de comando

## Escolha de Contactores

### CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CONTACTORES

#### 1. CIRCUITO DE POTÊNCIA

			LC1 D09	LC1 D12	LC1 D16	LC1 D25	LC1 D40	LC1 D50	LC1 D63	LC1 D80	CN2 FC	CN1 GC	CN2 GC	CN1 HC	CN2 HC	CN1 JC	LC1 FU	LC1 FJ2	LC1 FK2	LC1 FL2	LC1 FX2
CORRENTE NOMINAL DE EMPREGO NA CATEGORIA AC3		A	9	12	16	25	40	50	63	80	80	125	125	200	200	260	—	330	450	630	780
CORRENTE PERMANENTE MÁX. CATEGORIA AC1		A	25	25	40	40	60	80	80	125	110	160	160	210	210	300	260	400	630	1000	1600
TENSÃO NOMINAL EMPREGO		V	660	660	660	660	660	660	660	660	660	500	660	500	660	500	640	1000	1000	1000	1000
TENSÃO NOMINAL DE ISOLAMENTO		V	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	1000	1000	1000	1000	1000
LIMITES DE FREQUÊNCIA		Hz	DE 25 A 400Hz																		
PODER DE FECHO		A	250	250	320	450	800	900	1000	1100	1000	1250	1250	2000	2000	2600	2600	3500	4500	6300	8000
PODER DE CORTE	380V	A	250	250	320	450	800	900	1000	1100	1000	1250	1250	2000	2000	2600	2600	3500	4500	6300	7000
	415/440V	A	250	250	320	450	800	900	1000	1100	1000	1250	1250	2000	2000	2600	2600	3500	4500	6300	7000
	660V	A	85	85	120	180	400	500	630	630	500	—	500	—	800	—	—	2700	3600	5500	6240
	1000V	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1400	2800	3400	3400
CORRENTE DE SOBRECARGA ADMISSÍVEL	1s	A	250	250	400	400	800	800	800	1000	900	1125	1125	1800	1800	2300	—	2800	3600	5000	6400
	5s	A	140	140	200	200	430	440	440	600	530	800	800	1050	1050	1400	—	2800	3600	5000	6400
	10s	A	105	105	156	156	320	350	350	450	400	600	600	800	800	1000	—	2500	3500	4900	6200
	30s	A	68	68	97	97	192	208	208	300	260	400	400	520	520	770	—	1700	3200	4800	6000
	1 min	A	56	56	80	80	160	180	180	230	200	300	300	400	400	580	—	1200	2200	3900	5500
	3 min	A	35	35	55	55	105	125	125	150	125	190	190	250	250	360	—	680	1200	2200	3000
	15 min	A	25	25	40	40	60	80	80	120	110	160	160	210	210	300	—	410	650	1100	1650
IMPEDÂNCIA POR PÓLO		mΩ	2,5	2,5	2	2	1,5	1,5	1	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,37	0,20	0,12	0,1







# Aparelhagem eléctrica de comando

## Escolha de Contactores

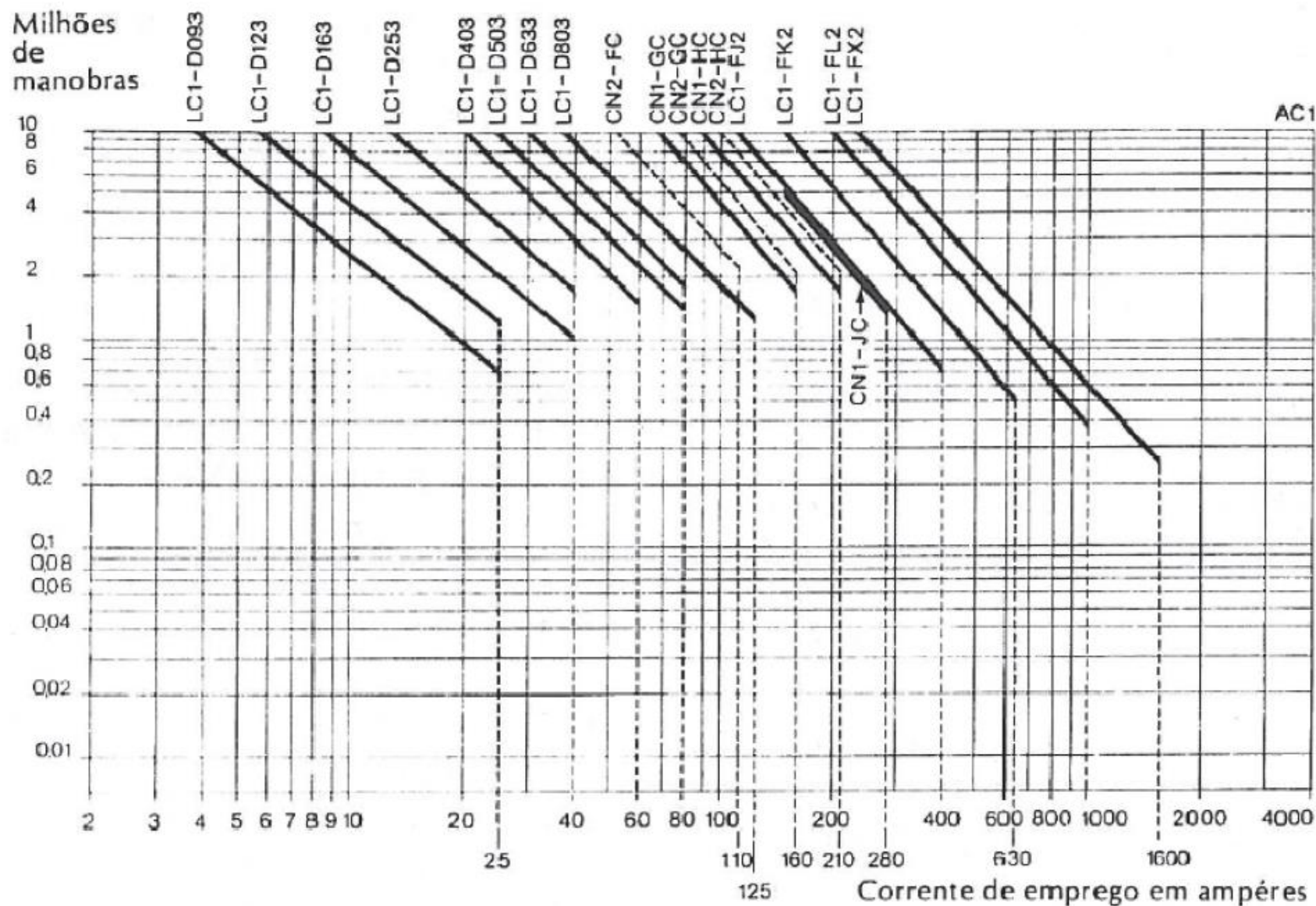
### 2. CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO DE COMANDO

TENSÃO NOMINAL DE COMANDO			50 Hz	V	12 a 660	12 a 660	12 a 660	12 a 660	12 a 660	12 a 660	12 a 660	12 a 660	24 a 660	24 a 660	24 a 660	24 a 660	24 a 660	24 a 660	42 a 500	42 a 500	42 a 500	42 a 500	110 a 500		
			C.C.	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48 a 440	48 a 440	48 a 440	48 a 440	48 a 440	
CONSUMO MÉDIO			CHAMADA	VA	80	80	100	100	220	220	220	230	380	500	500	830	830	980	1200	1200	1250	1950	390		
			RETENÇÃO	VA	8	8	9	9	22	22	22	22	36	46	46	57	57	80	19	19	21	32	64		
• C.A. 50 Hz			DISSIPACÃO TÉRMICA	W	1,8 a 2,7		2,5 a 3,5		6 a 10			13,5		16,5	16,5	24	24	36	17	17	19	29	58		
• C.A. rectific.			CHAMADA	VA	—	—	—	—	—	—	—	—	220 a 290	280 a 370	280 a 370	450 a 600	450 a 600	440 a 610	—	—	—	—	—		
			RETENÇÃO	W	—	—	—	—	—	—	—	—	7,5 a 10,5	9,5 a 15	9,5 a 15	13 a 23	13 a 23	15 a 20	—	—	—	—	—		
• C. contínua			CHAMADA	W	—	—	—	—	—	—	—	—	170 a 250	290 a 350	290 a 350	320 a 480	320 a 480	440 a 700	1000	1000	1100	1650	—		
			RETENÇÃO	W	—	—	—	—	—	—	—	—	10 a 25	10 a 30	10 a 50	11 a 23	11 a 23	16 a 24	5,5	5,5	6	9	—		
TEMPO DE FUNCIONAMENTO MÉDIO a Un (em ms)																									
			• C.A.		NA	15 a 22		18 a 25		14 a 21			20 a 35		40 a 85	30 a 80	30 a 80	30 a 55	30 a 55	24 a 40	80	80	80	80	80
					NF	5 a 15		7 a 19		6 a 16			6 a 20		10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20	5 a 12	100	100	100	100	100
			• C.A. rectificada ou C. contínua com resistência de consumo		NA	—		—		—			—		30 a 50	30 a 50	30 a 50	30 a 50	30 a 50	40 a 60	85	85	85	85	—
					NF		—		—			—		10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20	30	30	30	30	—	
ROBUSTEZ MECÂNICA (MILHÕES DE MANOBRAS)					20	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	5	5		
CADÊNCIA MÁXIMA DE MANOBRAS			man/h		3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	900	600			



# Aparelhagem eléctrica de comando

## Escolha de Contactores

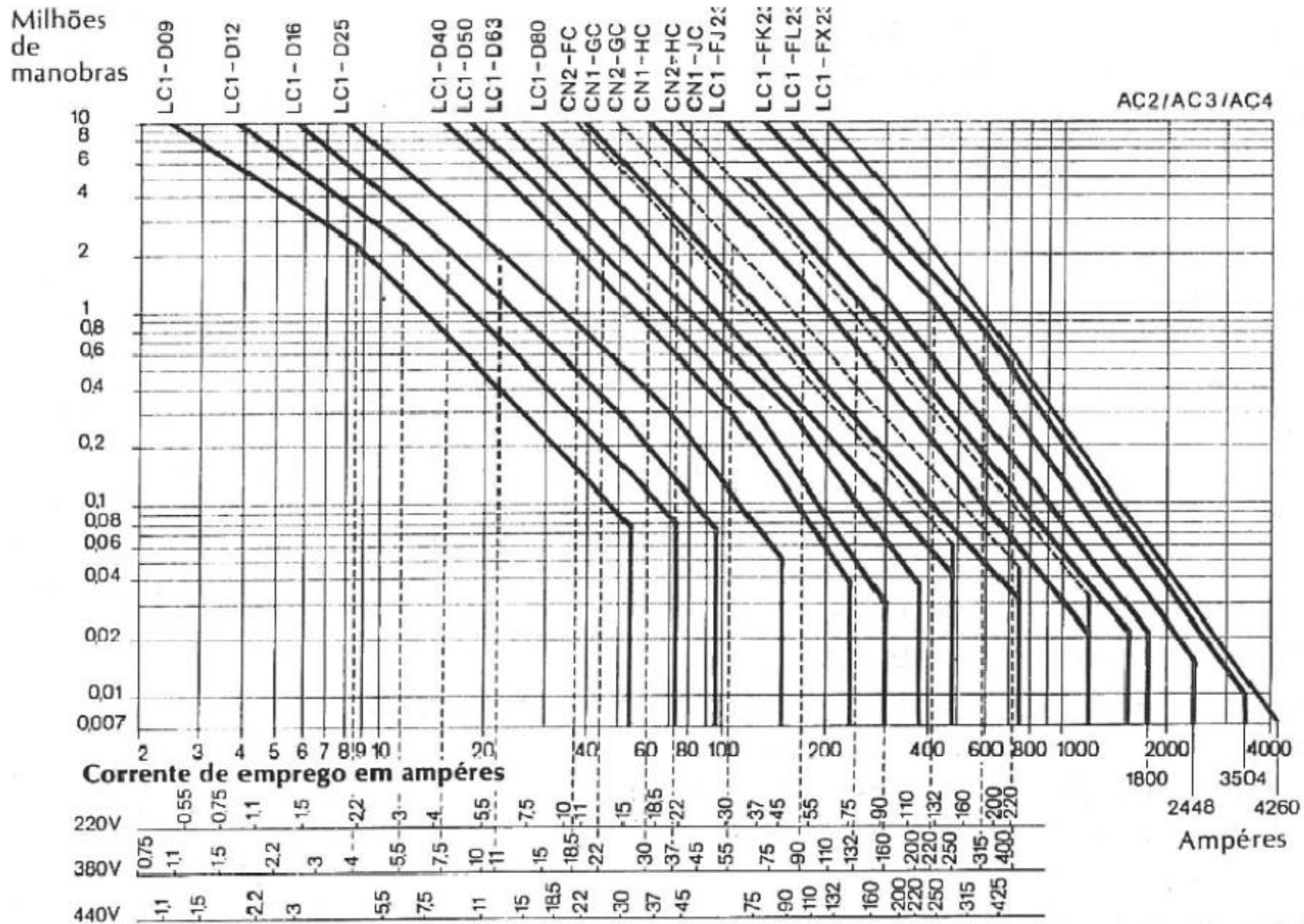






# Aparelhagem eléctrica de comando

## Escolha de Contactores



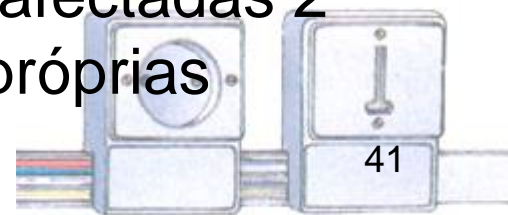




# Aparelhagem eléctrica de comando

## Circuitos com Contactores

- NUMERAÇÃO DOS BORNES DOS APARELHOS
  - Permite uma economia importante quando da concepção do esquema e da cablagem do equipamento, e ainda facilita as operações de ensaio de manutenção e de reparação de avarias.
- REFERENCIAÇÃO DOS BORNES DE LIGAÇÃO DOS APARELHOS
  - As referências indicadas são as que constam nos bornes ou na placa sinalética do aparelho.
  - A cada órgão de comando, tipo de contactos (principal, auxiliar, instantâneo ou temporizado) são afectadas 2 referências alfanuméricas ou numéricas, próprias destes aparelhos.



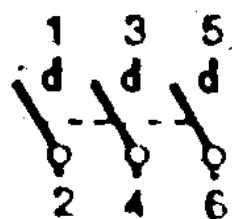


# Aparelhagem eléctrica de comando

## Circuitos com Contactores

- **Numeração dos contactos principais**

(contactores, seccionadores, relés de protecção contra sobrecargas, fusíveis, etc.)



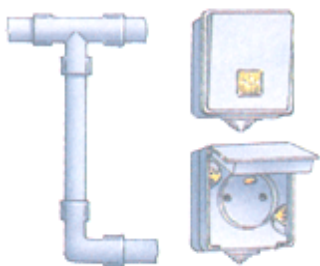
Os bornes são referenciados com um só algarismo.

de 1 a 6 em tripolar

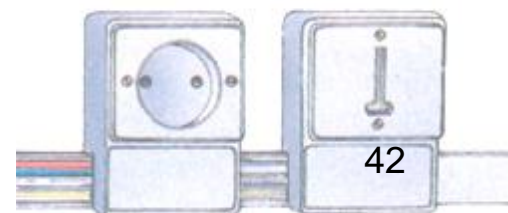
de 1 a 8 em tetrapolar

de 1 a 0 em pentapolar

- Os algarismos ímpares são colocados no cimo (a montante) e a progressão é efectuada de Cima para baixo e da esquerda para a direita.



José Saraiva





# Aparelhagem eléctrica de comando

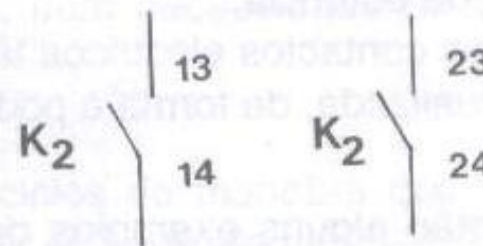
## Circuitos com Contactores

- **Contactos Auxiliares**

- Os contactos auxiliares são representados por dois algarismos (o das Unidades e o das Dezenas), em que o algarismo das unidades representa o tipo de contacto (NA ou NF) e o das dezenas o número do contacto no aparelho;

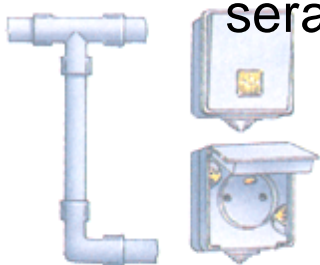
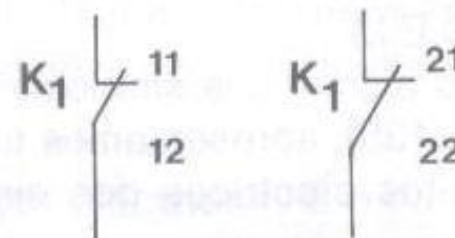
- **Normalmente Abertos (NA)**

- Se for NA o algarismo das unidades será **3 e 4** o das dezenas será um qualquer entre 1 e 9.



- **Normalmente Fechados (NF)**

- Se for NF o algarismo das unidades será o **1 e o 2**, e o das dezenas será qualquer entre 1 e 9.





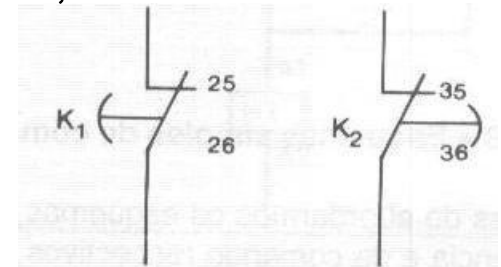
# Aparelhagem eléctrica de comando

## Circuitos com Contactores

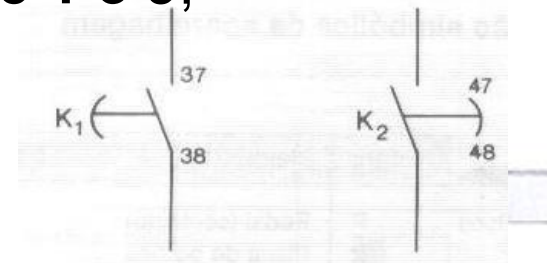
- **Contactos auxiliares temporizados**

- Só abrem ou fecham passado um tempo determinado e regulado, após a bobine ser alimentada ou perder a alimentação;
- Podem ser temporizados ao trabalho, ou seja só fecham passado o tempo regulado
- Podem ser temporizados ao repouso, ou seja só abrem passado o tempo regulado após a perda de alimentação na bobine;

- **Se o contacto for temporizado NF**, o algarismo das unidades será o **5 e o 6** e o das dezenas será qualquer entre 1 e 9;



- **Se o contacto for temporizado NA**, o algarismo das unidades será 7 e 8, o das dezenas será qualquer entre **1 e 9**;



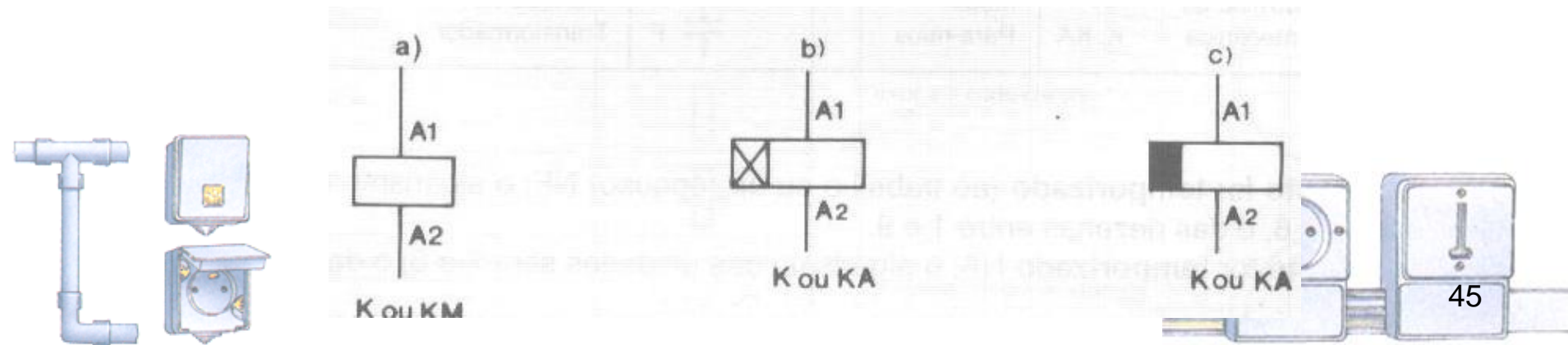


# Aparelhagem eléctrica de comando

## Circuitos com Contactores

- **Bobinas do contactor**

- Existem contactores que apenas accionam contactos instantâneos auxiliares (para além dos principais) e contactores que accionam também os contactos auxiliares temporizados (ao trabalho ou repouso);
- Na figura
  - A) Símbolo geral da bobine do contactor;
  - B) Contactor temporizado ao trabalho;
  - C) Contactor temporizado ao repouso

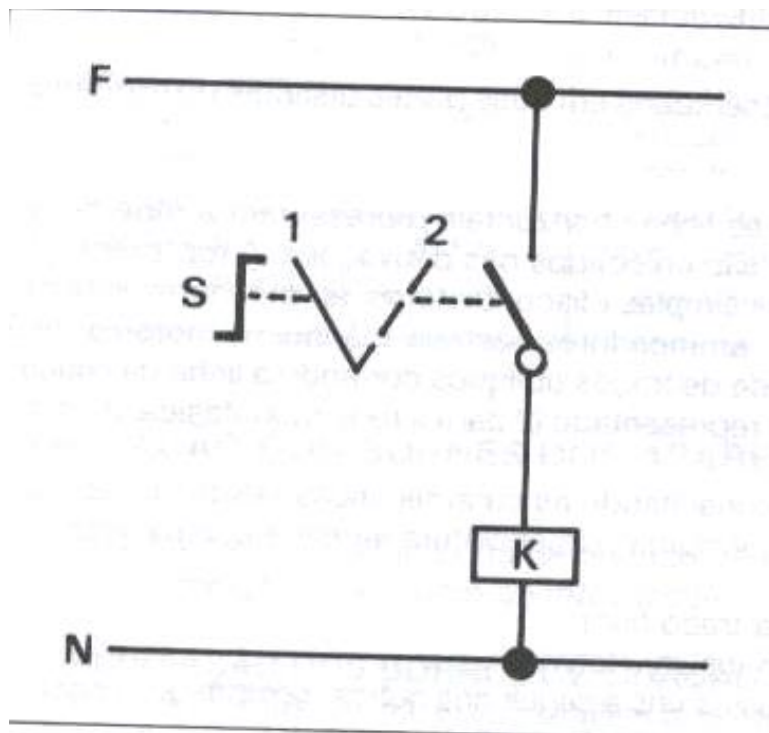




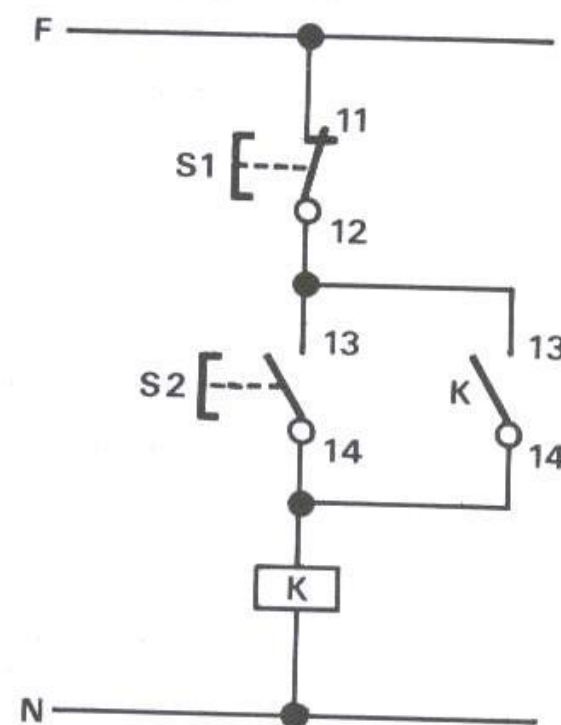
# Aparelhagem eléctrica de comando

## Circuitos com Contactores

- Analisar com base na simbologia distribuída



Exercício 1



Exercício 2

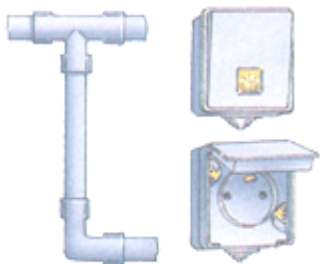




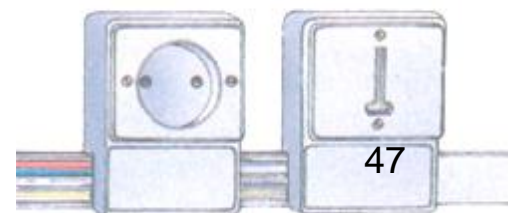
# Aparelhagem eléctrica de comando

## Circuitos com Contactores

- Os esquemas eléctricos mais usuais são representados por um único circuito, onde estão incluídos todos os receptores, aparelhos de comando, aparelhos de manobra, aparelhos de protecção, etc.
- Nos circuitos de automatismos industriais, o esquema eléctrico é representado por dois circuitos independentes. O de comando e o de potência.
- **Circuito de potência** – é onde estão representados todos os receptores, aparelhos de protecção e ainda pelos principais pólos dos contactores, relés, etc.;
- **Circuito de comando** – é onde estão representados a bobina do contacto, seus contactos auxiliares (instantâneos ou temporizados), botoneiras, aparelhagem de sinalização e ainda aparelhagem de protecção;



José Saraiva

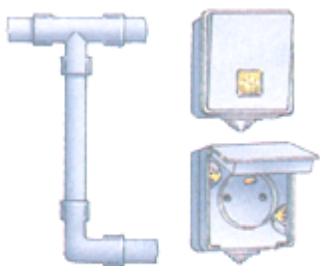




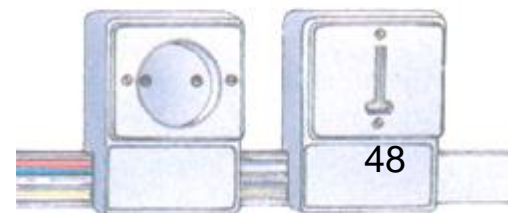
# Aparelhagem eléctrica de comando

## Circuitos com Contactores

- Antes de iniciar com o estudo de esquemas eléctricos com contactores, torna-se essencial estar familiarizado com a normalização e simbologia;
- Os circuitos eléctricos podem estar organizados de duas formas:
  - Esquemas de execução de ligações
    - Esta é a representação mais usual, os esquemas aparecem representados de forma a que sejam de uma forma geral o mais próximo das ligações eléctricas existentes no circuito;
    - Acontece normalmente o cruzamento de linhas eléctricas e a interpretação pode ser ambígua.
  - Esquemas de percurso de corrente
    - Nestes esquemas os circuitos de potência e de comando encontram-se representados separadamente;
    - É representado o caminho que a corrente percorre até chegar ao receptor com todas as linhas de corrente, obtendo-se assim um esquema sem cruzamentos;



José Saraiva



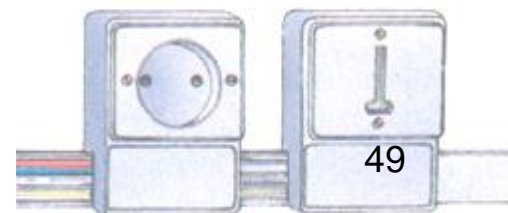
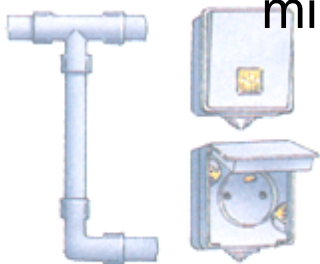


# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactores

- Exemplos:

- 1 – Indique o contactor para manobrar uma carga trifásica puramente resistiva com uma potência de 12 kW que seja capaz de fazer 4 milhões de manobras nas condições especificadas;
- 2 – Indique o contactor adequado para manobrar um motor de rotor bobinado para corte de motor lançado motor este com uma potência de 55 kW com um factor de potência de 0,89 qual o calibre do contactor para que seja possível efectuar 100 e 500 mil manobras.
- 3- Indique o contactor adequado para manobrar um motor de rotor em curto circuito para corte de motor lançado motor este com uma potência de 27 kW com um factor de potência de 0,88, qual o calibre do contactor para que seja possível efectuar 1 e 2 milhões de manobras.





# Aparelhagem eléctrica de comando

## Contactores

- Exemplos:

1 –

$$P = 12 \text{ KW}$$

$N = 4M$  manobras

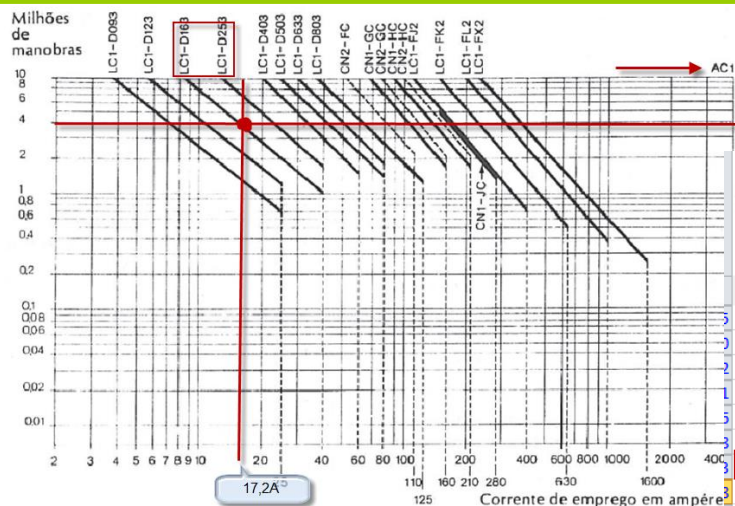
$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varnothing$$

$$12.000 = \sqrt{3} \times 400 \times I \times 1$$

$$I = 12.000 / (\sqrt{3} \times 400 \times 1)$$

$$I = 12.000 / 692.82$$

$$I = 17.32A$$



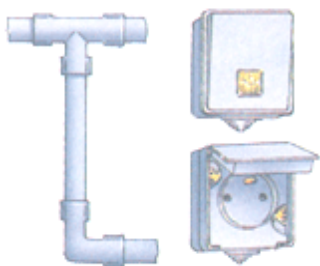
Referência	Descrição	PVP	Un	Em
LC1D09BNE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 9A - 2	87,1000 €	UN	
LC1D09EHE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 9A - 4	87,9000 €	UN	
LC1D09KUE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 9A - 3	87,1000 €	UN	
LC1D12BNE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 12A -	90,9000 €	UN	
LC1D12EHE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 12A -	91,9000 €	UN	
LC1D12KUE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 12A -	90,9000 €	UN	
LC1D18BNE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 18A -	117,2000 €	UN	
LC1D18EHE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 18A -	118,3000 €	UN	
LC1D18KUE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 18A -	117,2000 €	UN	
LC1D25BNE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 25A -	150,9000 €	UN	
LC1D25EHE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 25A -	152,4000 €	UN	
LC1D25KUE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 25A -	150,9000 €	UN	
LC1D32BNE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 32A -	183,2000 €	UN	
LC1D32EHE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 32A -	185,0000 €	UN	
LC1D32KUE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 32A -	183,2000 €	UN	
LC1D38BNE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 38A -	215,7000 €	UN	
LC1D38EHE	TESYS D CONTACTOR-3P-AC3- <= 440V 38A -	218,0000 €	UN	

O contactor adequado para efectuar o controlo da resistência de 12KW adequado para 4M de manobras será o contactor LC1D16A, no entanto está exactamente no ponto limite de funcionamento, poderá ser adequado o contactor imediatamente a seguir, no caso o LC1D25A que estaria adequado a efectuar 7 milhões de manobras. Olhando para a tabela de preços, O contactor LC1D16 deixou de estar disponível e agora é apenas o LC1D18 que custa 117,20€, se optarmos por seleccionar o LC1D25 custaria 150,90€.

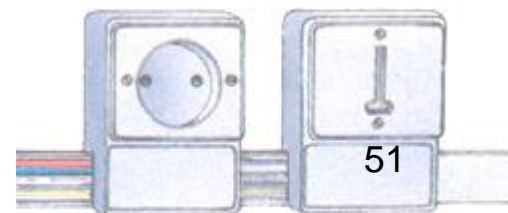


# Sistemas de protecção eléctrica

- Todos os aparelhos eléctricos poderão estar sujeitos a regimes de funcionamento que possam ser diferentes do seu funcionamento normal;
- Podendo ultrapassar quer os limites de robustez mecânica quer a robustez eléctrica;
- Sabendo estes limites é possível evitar que os aparelhos eléctricos funcionem nas condições limite.
- Para isso são inseridos nos circuitos eléctricos, os dispositivos de protecção.
- Esses aparelhos eléctricos quando bem dimensionados, vão proteger quer o equipamento, quer o utilizador e permitindo uma maior eficiência da instalação;



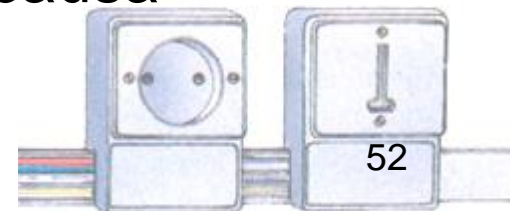
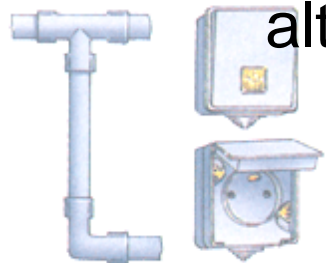
José Saraiva





# Sistemas de protecção eléctrica

- Finalidade:
  - Retirar automaticamente de serviço os circuitos eléctricos que tenham sido solicitados a trabalhar fora do seu regime de funcionamento normal, de forma a proteger o operador ou o equipamento antes de quaisquer avaria.
- Rapidez de actuação:
  - Deve ser tanto mais rápida quanto maior for a alteração nas grandezas eléctricas em causa







# Protecção das instalações eléctricas

Instalação em funcionamento normal



Perturbação



Defeito



Protecção ou manobra



Detecção

Provocada por:

- Defeitos de isolamento;
- Manobras indevidas;
- Descargas atmosféricas;
- Sobrecargas da rede
- Ligações à terra.

- Curto circuito;
- Sobrecarga de correntes;
- Sobretensões;
- Subtensões;
- Retornos de corrente;
- Perturbações de frequência;

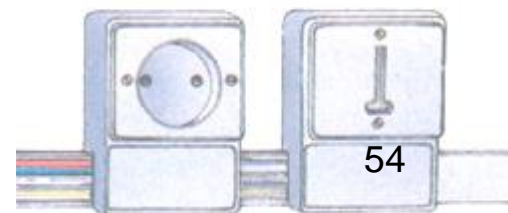
- Seccionador (manobras em vazio);
- Interruptor (Manobras em carga);
- Disjuntor (Interruptor automático);
- Fusível (protege cortocircuitos);
- Descarregadores (Protege de sobretensões).

- Aumento da corrente;
- Queda súbita de tensão;
- Aumento da tensão;
- Aumento da temperatura;
- Comparação de correntes;
- Variações de fluxos de potência;
- Diminuição da impedância;



# Sistemas de protecção eléctrica

- Características de um sistema de protecção:
  - **Segurança:** Garantir que o equipamento/circuito fica em funcionamento nas condições previstas;
  - **Selectividade:** Esta técnica é utilizada para melhorar a qualidade de exploração das instalações eléctricas e consiste em fazer funcionar unicamente a protecção imediatamente a montante do defeito sem perturbar outros circuitos;
  - **Coordenação:** Se um dispositivo de protecção mais próximo do defeito não actuar, actua o seguinte;
  - **Rapidez de actuação:** O sistema de protecção é escolhido de acordo com o tipo de equipamento a proteger, mas por norma deverá ser o mais rápido possível para evitar que os danos possam ser mais extensos;
  - **Insensibilidade a perturbações de curta duração:** Para evitar interrupções desnecessárias, por exemplo no arranque de motores, etc..
  - **Consumo reduzido**





# Sistemas de protecção eléctrica

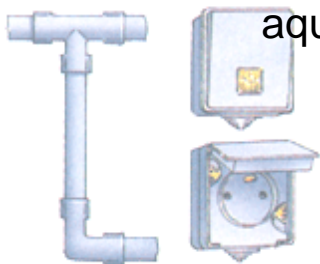
- Quais as consequências de falta de protecção?
  - Aquecimento dos circuitos;
  - Esfacelamento dos isolamentos;
  - Perfuração dos isolamentos;
  - Carbonização dos isolamentos;
  - Curto-circuitos;
  - Avarias nos equipamentos;
  - Perigos de segurança para utilizadores/manobradores;



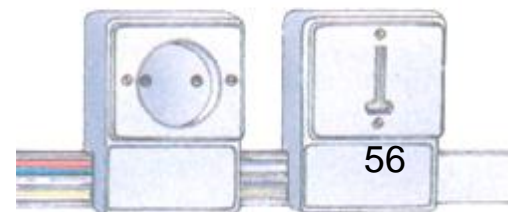


# Sistemas de protecção eléctrica

- Aquecimento dos circuitos eléctricos ao ponto de danificar os isolamentos ou mesmo fundir os condutores (por sobrecarga);
- Esfacelamento dos isolamentos em consequência das fortes acções electrodinâmicas entre condutores, carbonização dos isolamentos e interrupção dos circuitos por fusão dos condutores (por curto-circuito);
- Perfuração dos isolamentos e perigos de choque e electrocussão para os operadores (por Sobre-tensão);
- Perigos de choque para os operadores e produção dos curto-circuitos (por falta de isolamento eléctrico):
- Carbonização dos isolamentos e aparecimento de curto-circuitos (por aquecimentos exagerados);



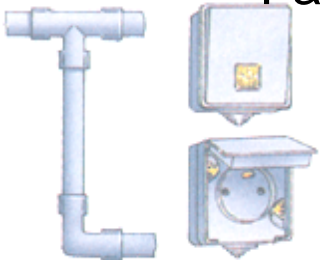
José Saraiva



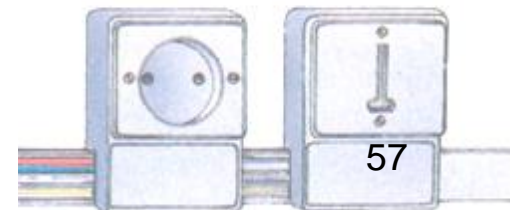


# Sistemas de protecção eléctrica

- Tipos de defeitos:
  - Sobreintensidades:
    - Sobrecargas;
    - Curtos-circuitos;
  - Sobreensões;
  - Falta de isolamento eléctrico;
  - Aquecimento exagerado;
  - Falsa manobra.



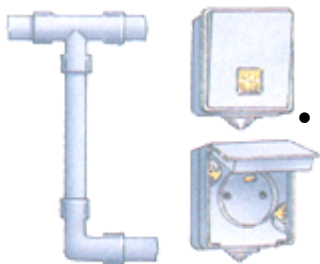
José Saraiva





# Sistemas de protecção eléctrica

- **Sobreintensidade** é uma solicitação de corrente anormal às condições ideais de funcionamento, o que pode resultar numa sobrecarga ou um curto-circuito;
  - Segundo o RTIEBT
    - 131.4— Protecção contra as sobreintensidades.
      - As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais das temperaturas muito elevadas ou das solicitações mecânicas devidas às sobreintensidades susceptíveis de se produzirem nos condutores activos. Esta protecção pode ser garantida por um dos métodos seguintes:
        - a) Corte automático antes que a sobreintensidade atinja um valor perigoso, tendo em conta a sua duração;
        - b) Limitação da sobreintensidade máxima a um valor seguro, tendo em conta a sua duração.
    - 251.4— Protecção eléctrica contra as sobreintensidades.
      - Protecção eléctrica destinada a evitar que os equipamentos eléctricos sejam percorridos por correntes que lhes sejam prejudiciais ou que prejudiquem o meio envolvente e que inclui:
        - a) A detecção de sobreintensidades;
        - b) O corte em carga do circuito.
    - 251.5— Detecção de sobreintensidades.
      - Função destinada a constatar que a corrente no ou nos condutores em causa ultrapassou um valor pré-determinado num tempo especificado.

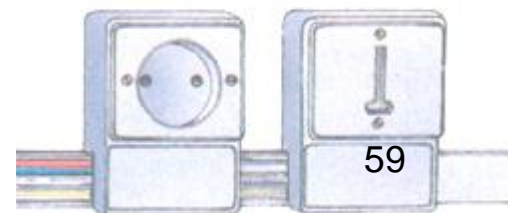
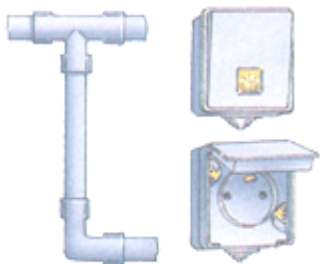






# Sistemas de protecção eléctrica

- Uma sobrecarga corresponde a uma solicitação mais ou menos duradoura de uma potência eléctrica superior à nominal;
- Ou seja, uma corrente superior à corrente nominal, por exemplo:
  - Desgaste num rolamento de um motor;
  - Carga a mais num elevador;
  - Ligação de diversos dispositivos num circuito protegido com um disjuntor de calibre inferior;





# Sistemas de protecção eléctrica

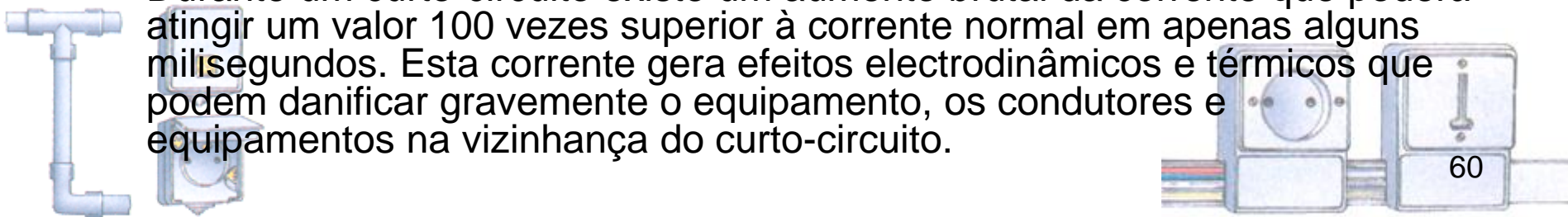
- Um curto-circuito é um contacto directo entre dois pontos com potenciais distintos.
  - Em corrente alternada poderá ocorrer entre fases, entre fase e neutro ou entre fase e terra.
  - Em corrente contínua poderá ocorrer entre os dois pontos ou entre um ponto isolado e a terra.
- As causas podem ser várias tais como, defeitos de isolamento, sobretensão nos cabos, corpos estranhos nos sistemas, depósitos condutores (Humidade ou outros líquidos ou gases condutores) dentro dos receptores ou os defeitos de isolamento, durante o arranque ou durante o funcionamento.
- Sendo que um curto-circuito implica uma resistência nula entre os contactos:

$$\text{Sendo: } I = \frac{U}{R_{\text{Total}}}$$

se  $R_{ab} \approx 0$

$$\text{vem: } I = \frac{U}{R_{ab}} \rightarrow \infty$$

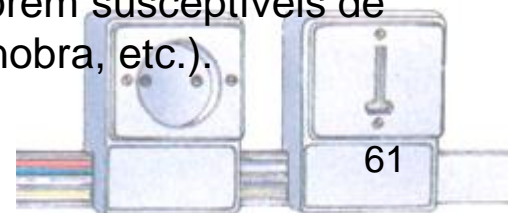
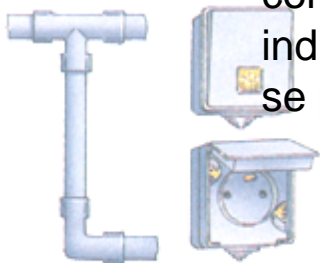
- Durante um curto-circuito existe um aumento brutal da corrente que poderá atingir um valor 100 vezes superior à corrente normal em apenas alguns milissegundos. Esta corrente gera efeitos electrodinâmicos e térmicos que podem danificar gravemente o equipamento, os condutores e equipamentos na vizinhança do curto-circuito.





# Sistemas de protecção eléctrica

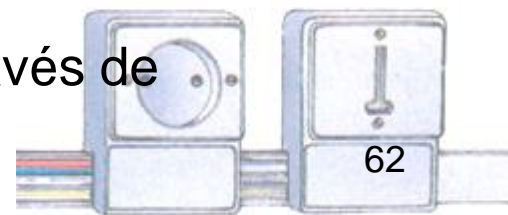
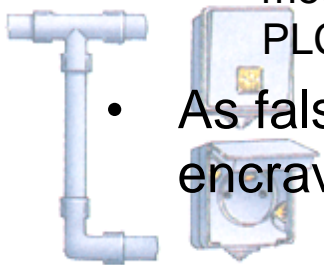
- Uma sobretensão é um nível de tensão superior aos valores nominais de um determinado equipamento ou instalação;
- Embora toda a aparelhagem e instalações estejam por obrigações regulamentares protegidas para suportar pequenos excessos, não estão por certo preparados para suportar grandes excessos ou até mesmo pequenos excessos por períodos prolongados;
- É de perceber que em geral a vida de um determinado equipamento será tão mais curta quanto maior for o excesso e a duração das sobretensões a que é sujeito;
- A sobretensão provoca por norma a perfuração dos isolamentos e em muitos receptores um excesso de intensidade que lhes é prejudicial;
- Segundo o RTIEBT
  - 131.6—Protecção contra as sobretensões.
  - 131.6.1 —As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais de um defeito entre partes activas de circuitos a tensões diferentes.
  - 131.6.2 —As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais das sobretensões devidas a causas diferentes das indicadas na secção 131.6.1 quando essas sobretensões forem susceptíveis de se produzir (fenómenos atmosféricos, sobretensões de manobra, etc.).





# Sistemas de protecção eléctrica

- AS FALSAS MANOBRAS, conforme se pode imaginar, podem ter as consequências mais diversas, dependendo do tipo de instalação.
- As falsas manobras podem ter efeitos prejudiciais para a instalação eléctrica, para as pessoas e objectos, ou para ambos.
  - Exemplo 1
    - Um operador comanda um motor que tem 2 sentidos de rotação. Para executar determinada tarefa, o operador deve pressionar um botão para o motor rodar à direita, para que o motor passe a rodar à esquerda este tem de estar parado e depois pressionar o segundo botão.
    - Se ele se o operador inverter o sentido de marcha do motor sem que este estivesse completamente parado, diz-se que houve uma falsa manobra. Isto poderá trazer prejuízos para a instalação, para o motor e para os utilizadores.
  - Exemplo 2
    - Uma falsa manobra poderá acontecer também numa máquina sem que um operador tenha influência directa, imagine-se que um PLC envia uma ordem para arrancar um motor que esteja com o rotor bloqueado por um travão mecânico ou eléctrico e que o sinal de bloqueio do rotor não foi comunicado ao PLC por um corte no condutor .
- As falsas manobras são normalmente evitadas através de encravamentos mecânicos ou eléctricos.



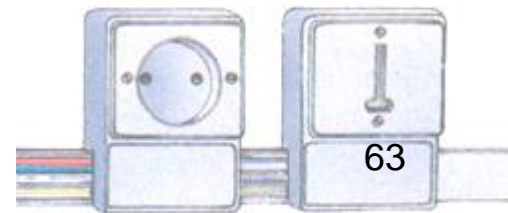


# Organização de um sistema de protecção

- Ao projectar-se um sistema de protecção devem ser devidamente escolhidos todos os elementos eléctricos e mecânicos necessários à função e deve além disso ter-se em conta e boa coordenação entre os vários elementos de protecção de forma a colocar fora de serviço, quando necessário, apenas a parte estritamente indispensável da instalação;

- **Coordenação e selectividade**

José Saraiva







# Organização de um sistema de protecção

- **Coordenação e selectividade**
- Sem estas duas características, o sistema pode não desempenhar cabalmente as funções para que foi concebido.
- Assim, um sistema deve ser projectado de forma que, em caso de defeito, seja interrompida a parte estritamente necessária da instalação, ficando a restante em serviço.
- Além disso, um bom sistema deve prever a situação em que um órgão de protecção não dispare, por deficiência interna, actuando nesse caso o órgão de protecção imediatamente a montante.



- Estas duas características dum sistema de protecção, complementares uma da outra, constituem o suporte de um bom sistema de protecção.

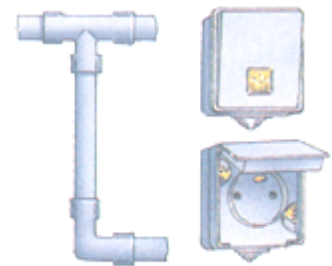
José Saraiva



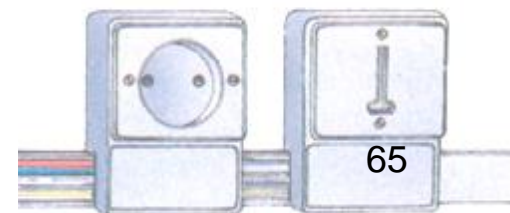


# Organização de um sistema de protecção

- No RTIEBT
  - 539.1 — Selectividade entre dispositivos de protecção contra as sobreintensidades.
  - Quando forem colocados dispositivos de protecção em série e quando a segurança ou as necessidades de exploração o justificarem, as suas características de funcionamento devem ser seleccionadas por forma a que seja colocada fora de serviço apenas a parte da instalação onde ocorrer o defeito.



José Saraiva





# Organização de um sistema de protecção

- **Transformadores de medida** – São componentes passivos no sistemas de protecção que servem para medir valores de corrente e tensão:
  - Transformadores de tensão;
  - Transformadores de corrente;
- **Relé** – Elemento que recebe a informação dos transformadores de medida e que está regulado para detectar uma situação anormal e actua directamente sobre o interruptor geral para isolar o circuito da rede;
- **Interruptor de potência** – Dispositivo que permite isolar um circuito;
- **Circuitos de Controlo** – Circuito que liga todos os dispositivos do sistema de protecção.
- **Fonte auxiliar de Energia** – Torna o dispositivo independente das flutuações de tensão que alimenta o circuito de potência.

