



---

# *COMANDOS ELÉTRICOS*

---

---

CM720  
Módulo 1

 e-book

**SUMÁRIO**

**I. Contatores ..... 3**

**II. Tipos de Contatores ..... 7**

**III. Funcionamento do Contator ..... 14**

**IV. Escolha de contatores ..... 19**

**V. Defeitos dos contatores ..... 22**

**VI. Contator de Potencia ..... 34**

**VII. Relés ..... 45**

Neste capítulo, estudaremos um dispositivo de manobra mecânica usado no comando de motores e na proteção contra sobrecorrente, quando acoplado a relês de sobrecarga.

Esse dispositivo chama-se contator. Suas características, utilização e funcionamento são aqui apresentados para que você possa utilizá-lo corretamente.

Contatores são dispositivos de manobra mecânica, acionados eletromagneticamente, construídos para uma elevada frequência de operação.

De acordo com a potência (carga), o contator é um dispositivo de comando do motor e pode ser usado individualmente, acoplado a relês de sobrecarga, na proteção de sobrecorrente. Há certos tipos de contatores com capacidade de estabelecer e interromper correntes de curto-circuito.

## 1. Contatores

Para fins didáticos pode-se considerar os contatores como relês expandidos, pois o princípio de funcionamento é similar. Conceituando de forma mais técnica, o *contator* é um elemento eletro-mecânico de *comando a distância*, com uma única posição de repouso e sem travamento.

Como pode ser observado na figura 2.3, o contator consiste basicamente de um núcleo magnético excitado por uma bobina. Uma parte do núcleo magnético é móvel, e é atraído por forças de ação magnética quando a bobina é percorrida por corrente e cria um fluxo magnético.

Quando não circula corrente pela bobina de excitação essa parte do núcleo é repelida por ação de molas. Contatos elétricos são distribuídos solidariamente a esta parte móvel do núcleo, constituindo um conjunto de contatos móveis. Solidário a carcaça do contator existe um conjunto de contatos fixos. Cada jogo de contatos fixos e móveis podem ser do tipo Normalmente aberto (NA), ou normalmente fechados (NF).

Os contatores podem ser classificados como principais (CW, CWM) ou auxiliares (CAW). De forma simples pode-se afirmar que os contatores auxiliares tem corrente máxima de 10A e possuem de 4a 8 contatos, podendo chegar a 12 contatos. Os contatores principais tem corrente máxima de até

600A. De uma maneira geral possuem 3 contatos principais do tipo NA, para manobra de cargas trifásicas a 3 fios.

Um fator importante a ser observado no uso dos contatores são as faíscas produzidas pelo impacto, durante a comutação dos contatos. Isso promove o desgaste natural dos mesmos, além de consistir em riscos a saúde humana. A intensidade das faíscas pode se agravar em ambientes úmidos e também com a quantidade de corrente circulando no painel. Dessa forma foram aplicadas diferentes formas de proteção, resultando em uma classificação destes elementos. Basicamente existem 4 categorias de emprego de contatores principais:

a. **AC1**: é aplicada em cargas ôhmicas ou pouco indutivas, como aquecedores e fornos a resistência.

b. **AC2**: é para acionamento de motores de indução com rotor bobinado.

c. **AC3**: é aplicação de motores com rotor de gaiola em cargas normais como bombas, ventiladores e compressores.

d. **AC4**: é para manobras pesadas, como acionar o motor de indução em plena carga, reversão em plena marcha e operação intermitente.

A figura 2.4 mostra o aspecto de um contator comum. Este elemento será mais detalhado em capítulos posteriores.

#### Contator Auxiliar ou de Comando

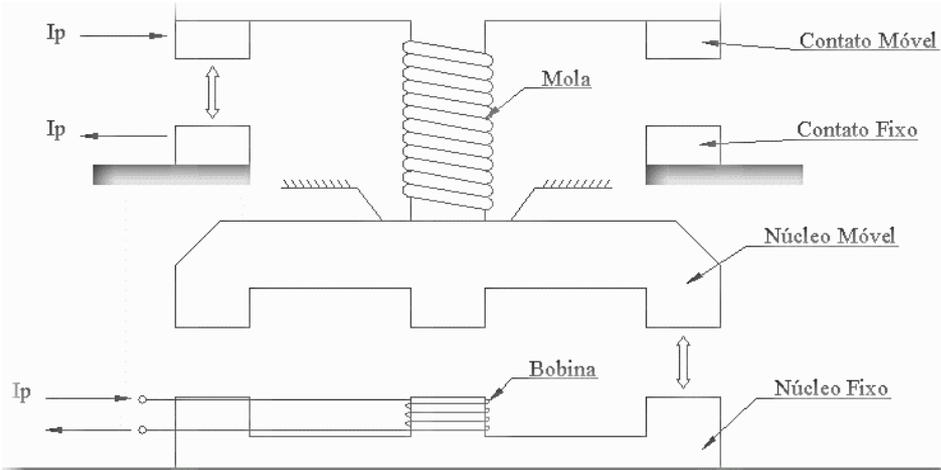
Os contatores de comando servem para auxiliar o circuito elétrico para intertravamentos e sinalizações, por eles circulam correntes baixas, apenas do circuito de comando, não sendo indicado para ligar cargas.



I <sub>e</sub> máxima		Nº de contatos auxiliares por contator		Referência para completar com a tensão de comando	Peso <sup>4)</sup> kg
AC-14 / AC-15 (U <sub>e</sub> ≤ 230V)	DC-13 (U <sub>e</sub> ≤ 24V)	3 4 NA	1 2 NF		
A	A				
6	6	2	2	CAW04-22-00 ♦	0,130
10	6			CWCA0-22-00 ♦	0,188
6	6	3	1	CAW04-31-00 ♦	0,130
10	6			CWCA0-31-00 ♦	0,188
6	6	4	-	CAW04-40-00 ♦	0,130
10	6			CWCA0-40-00 ♦	0,188
6	6	1	3	CAW04-13-00 ♦	0,130
10	6			CWCA0-13-00 ♦	0,188
10	6	-	4	CWCA0-04-00 ♦	0,188

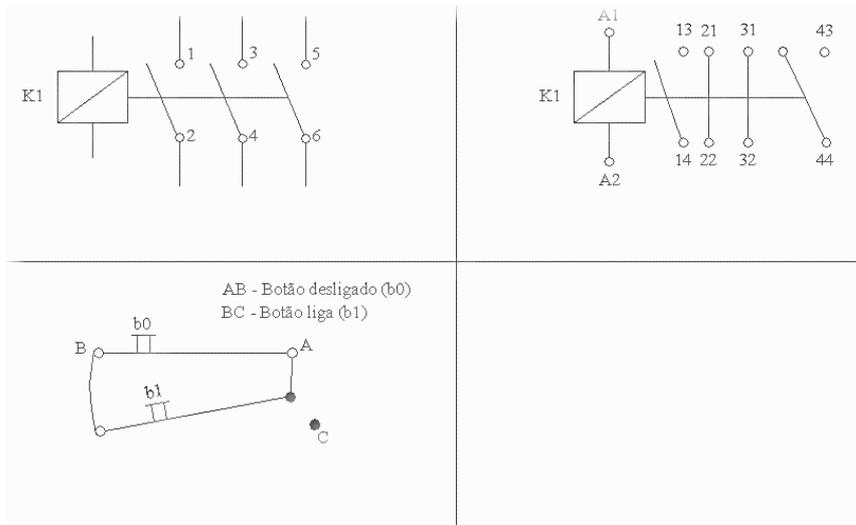
É um dispositivo eletromagnético que liga e desliga o circuito do motor. Usado de preferência para comandos elétricos automáticos à distância.

É constituído de uma bobina que quando alimentada cria um campo magnético no núcleo fixo que por sua vez atrai o núcleo móvel que fecha o circuito. Cessando a alimentação da bobina, desaparece o campo magnético, provocando o retorno do núcleo através de molas, conforme a figura.

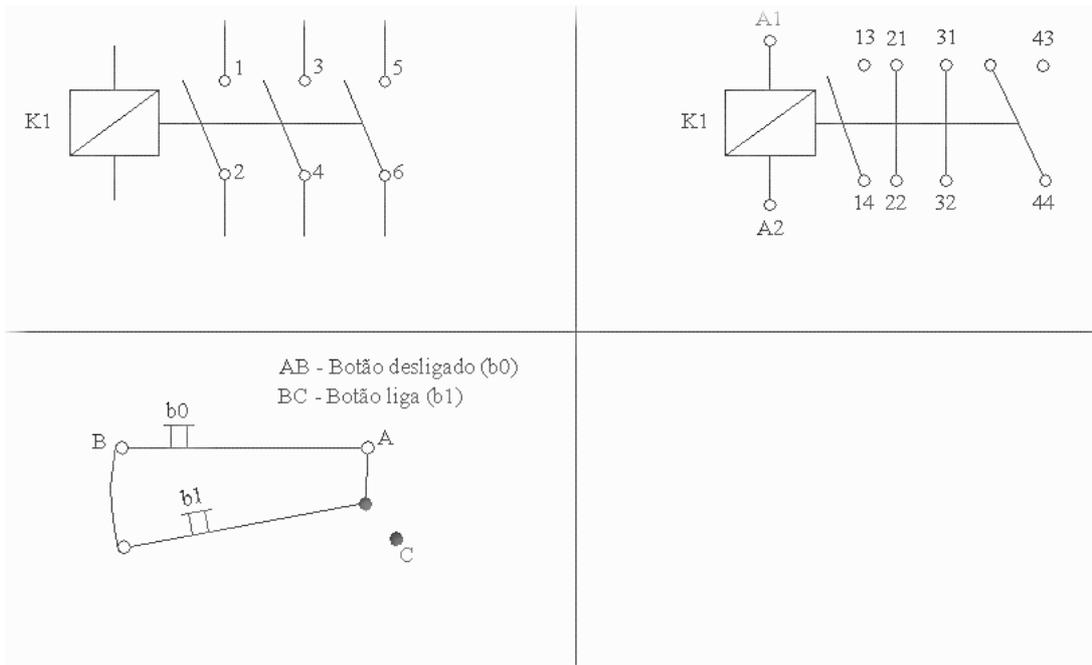


Contatos

No contator temos os contatos principais e auxiliares. Os principais do contator são mais robustos e suportam maiores correntes que depende da carga que esse motor irá acionar, quanto maior a carga acionada, maior será a corrente nos contatos.



Os contatos auxiliares, utilizados para sinalização e comandos de vários motores, existem o contato NF (normalmente fechado) e NA (normalmente aberto).



## 2. Tipos de contatores

Basicamente, existem dois tipos de contatores:

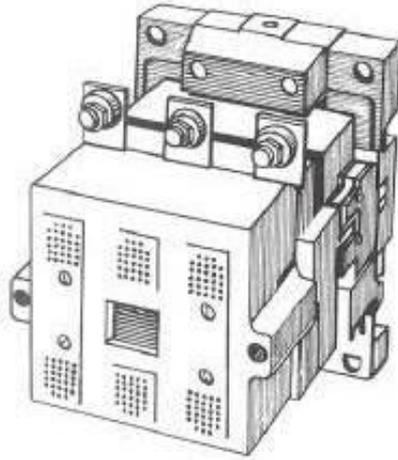
- Contatores para motores;
- Contatores auxiliares.

Esses dois tipos de contatores são semelhantes. O que os diferencia são algumas características mecânicas e elétricas.

Assim, os contatores para motores caracterizam-se por apresentar:

- Dois tipos de contatos com capacidade de carga diferentes chamados principais e auxiliares;
- Maior robustez de construção;
- Possibilidade de receberem relês de proteção;
- Câmara de extinção de arco voltaico;
- Variação de potência da bobina do eletroímã de acordo com o tipo do contator;
- Tamanho físico de acordo com a potência a ser comandada;
- Possibilidade de ter a bobina do eletroímã com secundário.

Veja um contator para motor na ilustração a seguir.



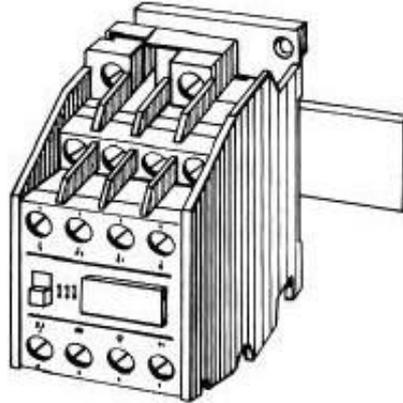
Os contadores auxiliares são usados para:

- Aumentar o número de contatos auxiliares dos contadores de motores,
- Comandar contadores de elevado consumo na bobina,
- Evitar repique,
- Para sinalização.

Esses contadores caracterizam-se por apresentar:

- Tamanho físico variável conforme o número de contatos;
- Potência do eletroímã praticamente constante;
- Corrente nominal de carga máxima de 10 A para todos os contatos;
- Ausência de necessidade de relê de proteção e de câmara de extinção.

Um contador auxiliar é mostrado na ilustração a seguir.



### Construção

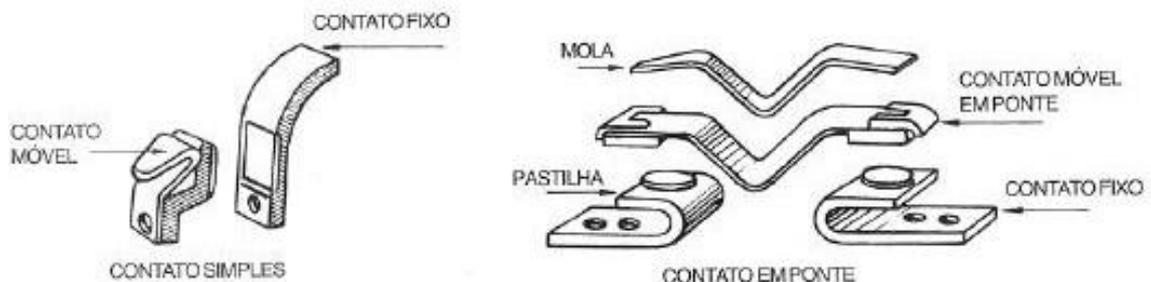
Os principais elementos construtivos de um contator são:

- Contatos;
- Sistema da acionamento;
- Carcaça;
- Câmara de extinção de arco-voltaico.

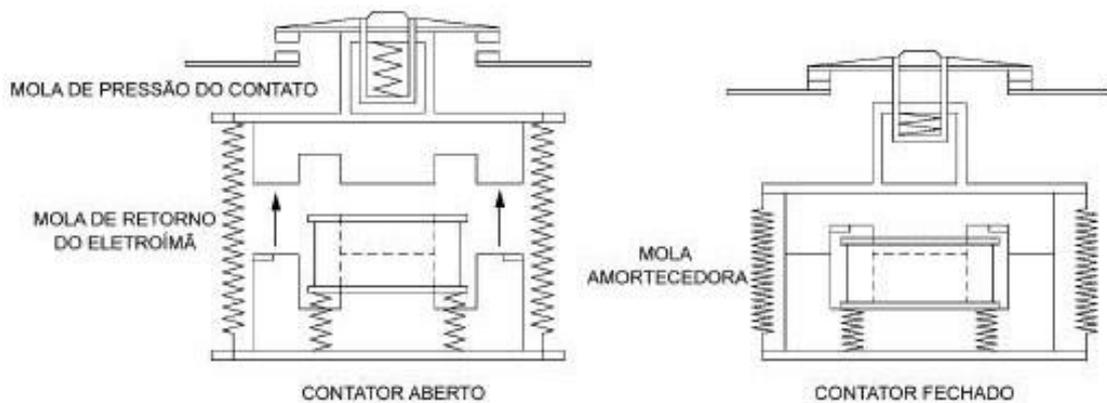
### Contatos dos contadores e pastilhas

Os contatos são partes especiais e fundamentais dos contadores, destinados a estabelecer a ligação entre as partes energizadas e não-energizadas de um circuito ou, então, interromper a ligação de um circuito.

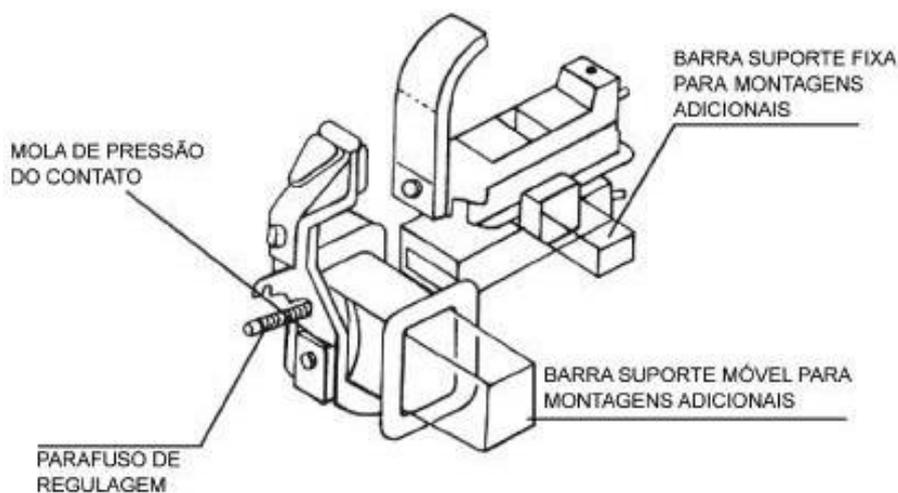
São constituídos de pastilhas e suportes. Podem ser fixos ou móveis, simples ou em ponte.



Os contatos móveis são sempre acionados por um eletroímã pressionado por molas. Estas devem atuar uniformemente no conjunto de contatos e com pressão determinada conforme a capacidade para a qual eles foram construídos.

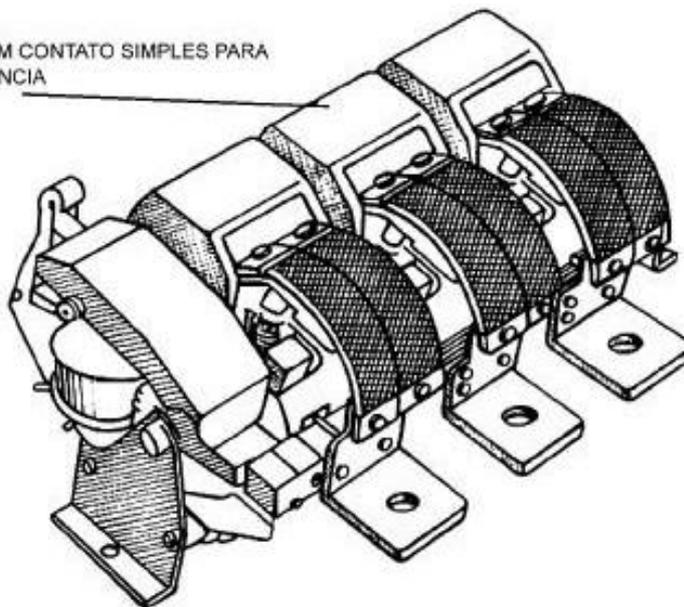


Para os contatos simples a pressão da mola é regulável e sua utilização permite a montagem de contatos adicionais.



Os contatos simples têm apenas uma abertura. Eles são encontrados em contatores de maior potência.

CONTATOR COM CONTATO SIMPLES PARA GRANDE POTÊNCIA



Os contatos são construídos em formatos e tamanhos determinados pelas características técnicas do contator. São classificados em principal e auxiliar.

Os contatos principais têm a função de estabelecer e interromper correntes de motores e chavear cargas resistivas ou capacitivas.

O contato é realizado por meio de placas de prata cuja vida útil termina quando elas estão reduzidas a 1/3 de seu volume inicial.

Os contatos auxiliares são dimensionados para a comutação de circuitos auxiliares para comando, para sinalização e para intertravamento elétrico. São dimensionados apenas para a corrente de comando e podem ser de abertura retardada para evitar perturbações no comando.

Eles podem ser do tipo NA (normalmente aberto) ou NF (normalmente fechado) de acordo com sua função.

### **Sistema de acionamento**

O acionamento dos contadores pode ser feito com corrente alternada ou com corrente contínua.

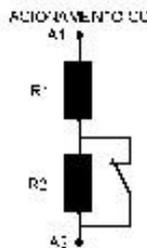
Para o acionamento com CA, existem anéis de curto-circuito que se situam sobre o núcleo fixo do contator e evitam o ruído por meio da passagem da CA por zero.

Um entreferro reduz a remanência após a interrupção da tensão de comando e evita o colamento do núcleo.

Após a desenergização da bobina de acionamento, o retorno dos contatos principais (bem como dos auxiliares) para a posição original de repouso é garantido pelas molas de compressão.

O acionamento com CC não possui anéis de curto-circuito. Além disso, possui uma bobina de enrolamento com derivação na qual uma das derivações serve para o atracamento e a outra para manutenção.

Um contato NF é inserido no circuito da bobina e tem a função de curto-circuitar parte do enrolamento durante a etapa do atracamento. Veja representação esquemática a seguir.

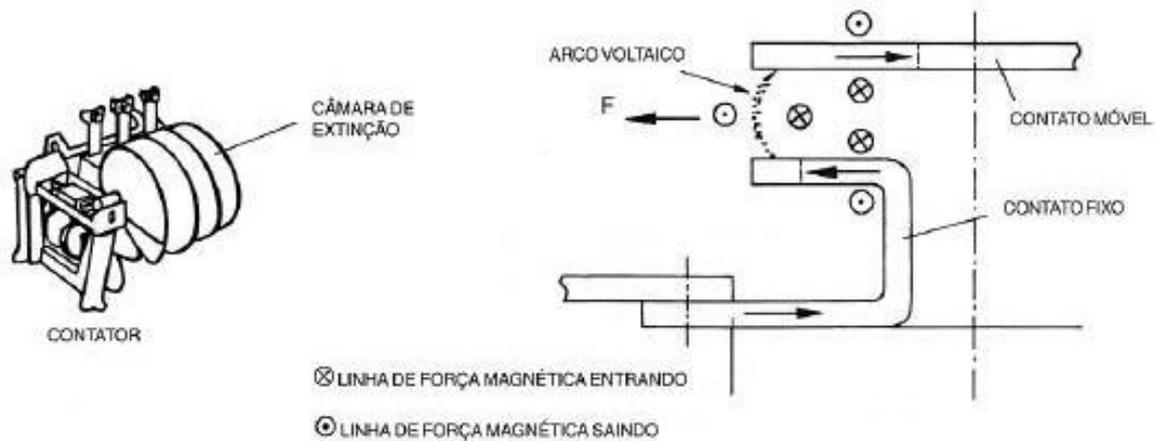


O enrolamento com derivação tem a função de reduzir a potência absorvida pela bobina após o fechamento do contator, evitando o superaquecimento ou a queima da bobina.

O núcleo é maciço, pois, sendo a corrente constante, o fluxo magnético também o será. Com isso, não haverá força eletromotriz no núcleo e nem circulação de correntes parasitas.

O sistema de acionamento com CC é recomendado para aplicação em circuitos onde os demais equipamentos de comando são sensíveis aos efeitos das tensões induzidas pelo campo magnético de corrente alternada. Enquadram-se nesse caso os componentes CMOS e os microprocessadores,

presentes em circuitos que compõem acionamentos de motores que utilizam conversores e/ou CPs (controladores programáveis).



### Carcaça

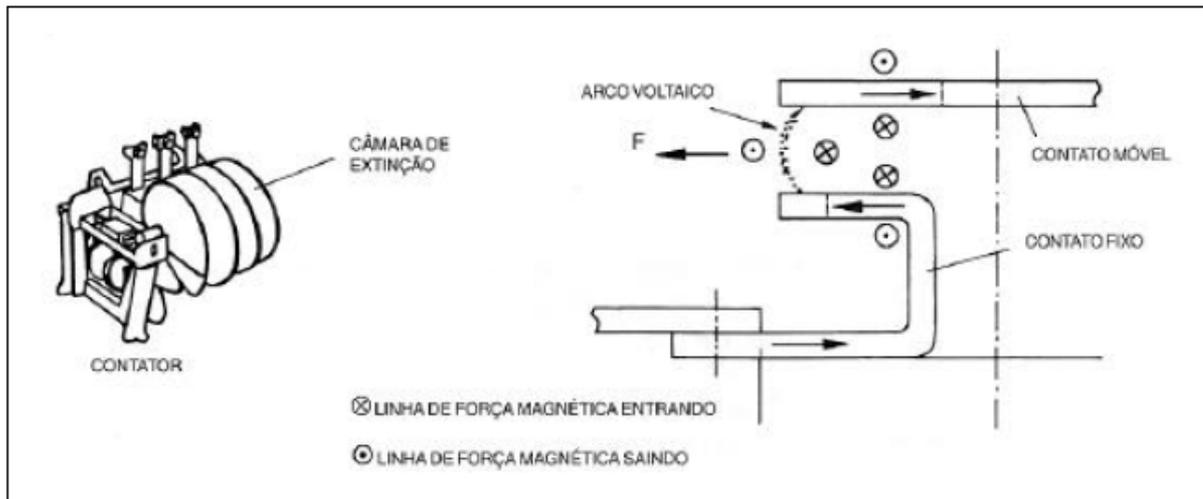
É constituída de duas partes simétricas (tipo macho e fêmea) unidas por meio de grampos.

Retirando-se os grampos de fechamento a tampa frontal do contator, é possível abri-lo e inspecionar seu interior, bem como substituir os contatos principais e os da bobina.

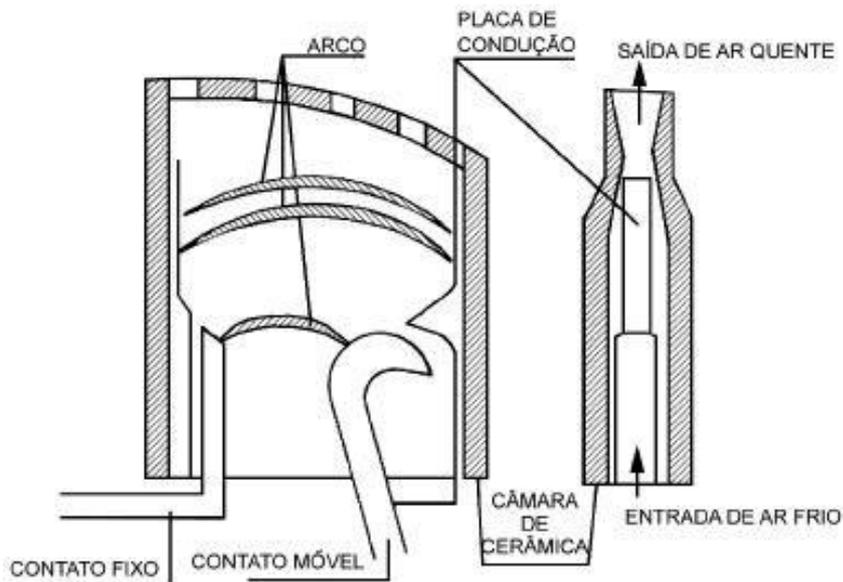
A substituição da bobina é feita pela parte superior do contator, através da retirada de quatro parafusos de fixação para o suporte do núcleo.

### Câmara de extinção de arco voltaico

É um compartimento que envolve os contatos principais. Sua função é extinguir a faísca ou arco voltaico que surge quando um circuito elétrico é interrompido.



Com a câmara de extinção de cerâmica, a extinção do arco é provocada por refrigeração intensa e pelo repuxo do ar.



### Funcionamento do contator

Como já sabemos, uma bobina eletromagnética quando alimentada por uma corrente elétrica, forma um campo magnético. No contator, ele se concentra no núcleo fixo e atrai o núcleo móvel.

Como os contatos móveis estão acoplados mecanicamente com o núcleo móvel, o deslocamento deste no sentido do núcleo fixo movimenta os contatos móveis.

Quando o núcleo móvel se aproxima do fixo, os contatos móveis também devem se aproximar dos fixos de tal forma que, no fim do curso do núcleo móvel, as peças fixas e móveis do sistema de comando elétrico estejam em contato e sob pressão suficiente.

O comando da bobina é efetuado por meio de uma botoeira ou chave-bóia com duas posições, cujos elementos de comando estão ligados em série com as bobinas.

A velocidade de fechamento dos contadores é resultado da força proveniente da bobina e da força mecânica das molas de separação que atuam em sentido contrário.

As molas são também as únicas responsáveis pela velocidade de abertura do contator, o que ocorre quando a bobina magnética não estiver sendo alimentada ou quando o valor da força magnética for inferior à força das molas.

### **Vantagens do emprego de contadores**

Os contadores apresentam as seguintes vantagens:

- Comando à distância;
- Elevado número de manobras;
- Grande vida útil mecânica;
- Pequeno espaço para montagem;
- Garantia de contato imediato;
- Tensão de operação de 85 a 110% da tensão nominal prevista para o contator.

### **Montagem dos contadores**

Os contadores devem ser montados de preferência verticalmente em local que não esteja sujeito a trepidação.

Em geral, é permitida uma inclinação máxima do plano de montagem de 22,5° em relação à vertical, o que permite a instalação em navios.

Na instalação de contadores abertos, o espaço livre em frente à câmara deve ser de, no mínimo, 45mm.

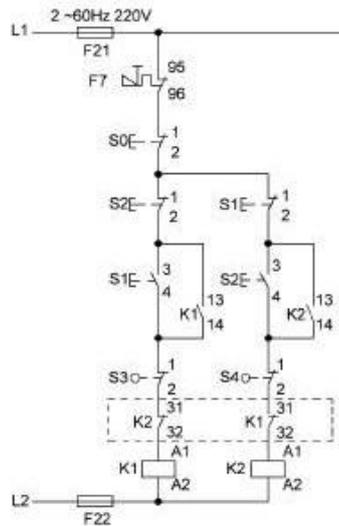
### **3. Intertravamento de contadores**

O intertravamento é um sistema de segurança elétrico ou mecânico destinado a evitar que dois ou mais contadores se fechem acidentalmente ao mesmo tempo provocando curto-circuito ou mudança na seqüência de funcionamento de um determinado circuito.

O intertravamento elétrico é feito por meio de contatos auxiliares do contator e por botões conjugados.

Na utilização dos contatos auxiliares (K1 e K2), estes impedem a energização de uma das bobinas quando a outra está energizada.

Nesse caso, o contato auxiliar abridor de outro contator é inserido no circuito de comando que alimenta a bobina do contator. Isso é feito de modo que o funcionamento de um contator dependa do funcionamento do outro, ou seja, contato K1 (abridor) no circuito do contator K2 e o contato K2 (abridor) no circuito do contator K1. Veja diagrama a seguir.

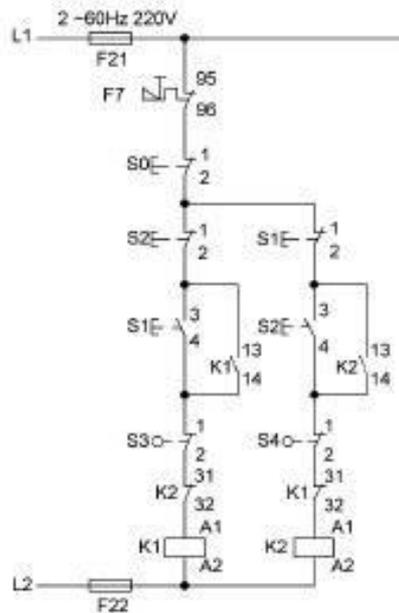


Os botões conjugados são inseridos no circuito de comando de modo que, ao ser acionado um botão para comandar um contator, haja a interrupção do funcionamento do outro contator.

Quando se utilizam botões conjugados, pulsa-se simultaneamente S1 e S2. Nessa condição, os contatos abridor e fechador são acionados. Todavia, como o contato abridor atua antes do fechador, isso provoca o intertravamento elétrico.

Assim, temos:

- Botão S1: fechador de K1 conjugado com S1, abridor de K2.
- Botão S2: fechador de K2 conjugado com S2, abridor de K1.

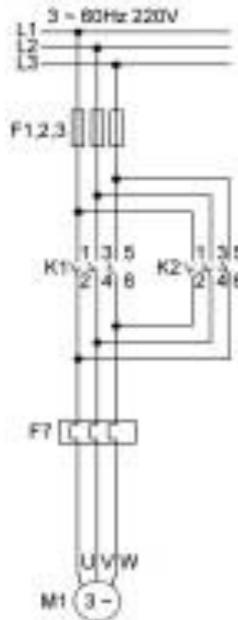


### Observação

Quando possível, no intertravamento elétrico, devemos usar essas duas modalidades.

O intertravamento mecânico é obtido por meio da colocação de um balancim (dispositivo mecânico constituído por um apoio e uma régua) nos contadores.

Quando um dos contadores é acionado, este atua sobre uma das extremidades da régua, enquanto que a outra impede o acionamento do outro contador.



Esta modalidade de intertravamento é empregada quando a corrente é elevada e há possibilidade de soldagem dos contatos.

#### 4. Escolha dos contatores

A escolha do contator para uma dada corrente ou potência deve satisfazer a duas condições:

- Número total de manobras sem a necessidade de trocar os contatos;
- Não ultrapassar o aquecimento admissível.

O aquecimento admissível depende da corrente circulante e interrompida, da frequência de manobras e do fator de marcha.

O número total de manobras é expresso em manobras por hora (man/h), mas corresponde à cadência máxima medida num período qualquer que não exceda 10 minutos.

O fator de marcha (fdm) é a relação percentual entre o tempo de passagem da corrente e a duração total de um ciclo de manobra.

A tabela a seguir indica o emprego dos contatores conforme a categoria.

Categoria de emprego	Exemplos de uso
AC1	Cargas fracamente indutivas ou não-indutivas. Fornos de resistência.
AC2	Partida de motores de anel sem frenagem por contracorrente.
AC3	Partida de motores de indução tipo gabla. Desligamento do motor em funcionamento normal. Partida de motores de anel com frenagem por contracorrente.
AC4	Partida de motores de indução tipo gabla. Manobras de ligação intermitente, frenagem por contracorrente e reversão.
DC1	Cargas fracamente indutivas ou não-indutivas. Fornos de resistência.
DC2	Motores em derivação. Partida e desligamento durante a rotação.
DC3	Partida, manobras intermitentes, frenagem por contracorrente, reversão.
DC4	Motores série. Partida e desligamento durante a rotação.
DC5	Partida, manobras intermitentes, frenagem por contracorrente, reversão.

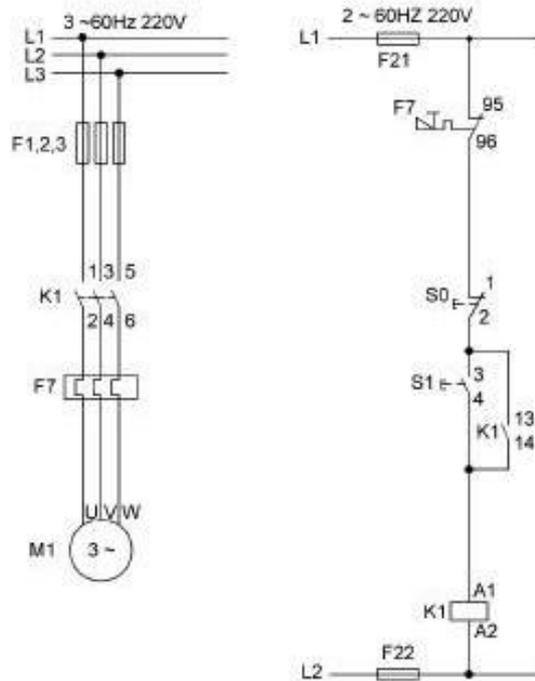
### Observação

Na tabela anterior:

- AC = corrente alternada
- DC = corrente contínua.

### Partida direta de um motor comandada por contator

O circuito de partida direta de motor comandada por contator é mostrado a seguir.

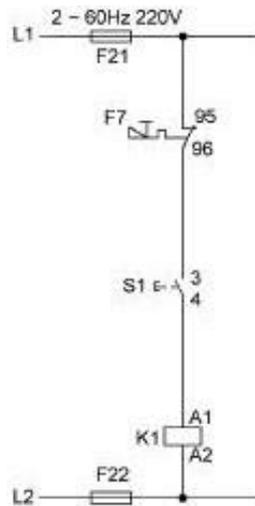


Na condição inicial, os bornes R, S e T estão sob tensão. Quando o botão S1 é acionado, a bobina do contator K1 é energizada. Esta ação faz fechar o contato de selo K1 (13, 14) que manterá a bobina energizada. Os contatos principais se fecharão e o motor funcionará.

Para interromper o funcionamento do contator e, conseqüentemente, do motor, aciona-se o botão S0. Isso interrompe a alimentação da bobina, provoca a abertura do contato de selo K1 (13, 14) e dos contatos principais e faz o motor parar.

### Observação

O contator também pode ser comandado por uma chave de um pólo. Neste caso, eliminam-se os botões S0 e S1 e o contato de selo K1 (13, 14). Em seu lugar, coloca-se a chave S1 como mostra a figura a seguir.



## 5. Defeitos dos contadores

A tabela a seguir mostra uma lista dos defeitos elétricos mais comuns apresentados pelos contadores e suas prováveis causas.

Defeito	Causas
Contator não liga	Fusível de comando queimado. Relê térmico desarmado. Comando interrompido. Bobina queimada.
Contator não desliga	Linhas de comando longas (efeito de "colamento" capacitivo). Contatos soldados.
Faísca excessiva	Instabilidade da tensão de comando por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação pobre da fonte;</li> <li>• Linhas extensas e de pequena seção;</li> <li>• Correntes de partida muito altas;</li> <li>• Subdimensionamento do transformador de comando com diversos contadores operando simultaneamente.</li> </ul> For Fornecimento irregular de comando por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Botões com defeito;</li> <li>• Chaves fim-de-curso com defeito.</li> </ul>

Contator zumba	Corpo estranho no entreferro. Anel de curto-circuito quebrado. Bobina com tensão ou frequência errada. Superfície dos núcleos (móvel e fixo) sujas ou oxidadas, especialmente após longas paradas. Fornecimento oscilante de contato no circuito de comando. Quedas de tensão durante a partida de motores.
Relê térmico atua e o motor não atinge a rotação normal (contator com relê)	Relê inadequado ou mal regulado. Tempo de partida muito longo. Frequência muito alta de ligações. Sobrecarga no eixo.
Bobina magnética se aquece	Localização inadequada da bobina. Núcleo móvel preso às guias. Curto-circuito entre as espiras por deslocamento ou remoção de capa isolante (em CA). Curto-circuito entre bobina e núcleo por deslocamento da camada isolante. Saturação do núcleo cujo calor se transmite à bobina.
Bobina se queima	Sobretensão. Ligação em tensão errada. Subtensão (principalmente em CC). Corpo estranho no entreferro.
Contatos sobreaquecem	Carga excessiva. Pressão inadequada entre contatos. Dimensões inadequadas dos contatos. Sujeira na superfície dos contatos. Superfície insuficiente para a troca de calor com o meio-ambiente. Oxidação (contatos de cobre). Acabamento e formato inadequados das superfícies de contato.
Contatos se fundem	Correntes de ligação elevadas (como na comutação de transformadores a vazio) Comando oscilante. Ligação em curto-circuito. Comutação estrela-triângulo defeituosa.
Contatos se desgastam excessivamente	Arco voltaico. Sistema de desligamento por deslizamento (remove certa quantidade de material a cada manobra).
Isolação é deficiente	Excessiva umidade do ar. Dielétrico recoberto ou perfurado por insetos, poeira e outros corpos. Presença de óxidos externos provenientes de material de solda.

### Defeitos mecânicos

Os defeitos mecânicos são provenientes da própria construção do dispositivo, das condições de serviço e do envelhecimento do material.

Salientam-se nesse particular:

- Lubrificação deficiente;
- Formação de ferrugem;
- Temperaturas muito elevadas;
- Molas inadequadas;

- Trepidações no local da montagem.

### **Ricochete entre contatos**

Ricochete é a abertura ou afastamento entre contatos após o choque no momento da ligação. Isso é consequência da energia cinética presente em um dos contatos.

O ricochete reduz sensivelmente a durabilidade das peças de contato, especialmente no caso de cargas com altas correntes de partida. Isso acontece porque o arco que se estabelece a cada separação sucessiva dos contatos vaporiza o material das pastilhas.

Com vistas a redução de custos, o tempo de ricochete deve ser reduzido para 0,5 ms. Baixa velocidade de manobra, reduzida massa de contato móvel e forte pressão nas molas são algumas condições que diminuem o tempo do ricochete.

Os contatores modernos são praticamente livres de ricochete. Na ligação, eles acusam um desgaste de material de contato equivalente a 1/10 do desgaste para desligamento sob corrente nominal. Assim, a corrente de partida de motores não tem influência na durabilidade dos contatos.

### **Defeitos dos contatores**

Já sabemos que os contatores são dispositivos de manobra mecânica acionados eletromagneticamente, utilizados como dispositivos de comando de motores ou como dispositivos de proteção contra sobrecarga, se acoplados a relés.

Nesta unidade, estudaremos os defeitos mais comuns que acontecem nos contatores e os problemas causados nos circuitos elétricos por eles comandados.

### **Defeitos nos contatores**

A tabela a seguir mostra uma lista dos defeitos elétricos mais comuns apresentados pelos contatores e suas prováveis causas.

Defeito	Causas
Contator não liga	Fusível de comando queimado. Relé térmico desarmado. Comando interrompido. Bobina queimada.
Contator não desliga	Linhas de comando longas (efeito de "colamento" capacitivo). Contatos soldados.
Contator zumbe	Corpo estranho no entreferro. Anel de curto-circuito quebrado. Bobina com tensão ou frequência errada. Superfície dos núcleos (móvel e fixo) sujas ou oxidadas, especialmente após longas paradas. Fornecimento oscilante de contato no circuito de comando. Quedas de tensão durante a partida de motores.
Relé térmico atua e o motor não atinge a rotação normal (contator com relé)	Relé inadequado ou mal regulado. Tempo de partida muito longo. Frequência muito alta de ligações. Sobrecarga no eixo.
Bobina magnética se aquece	Localização inadequada da bobina. Núcleo móvel preso às guias. Curto-circuito entre as espiras por deslocamento ou remoção de capa isolante (em CA). Curto-circuito entre bobina e núcleo por deslocamento da camada isolante. Saturação do núcleo cujo calor se transmite à bobina.
Bobina se queima	Sobretensão. Ligação em tensão errada. Subtensão (principalmente em CC). Corpo estranho no entreferro.
Contatos sobreaquecem	Carga excessiva. Pressão inadequada entre contatos.
	Dimensões inadequadas dos contatos. Sujeira na superfície dos contatos. Superfície insuficiente para a troca de calor com o meio-ambiente. Oxidação (contatos de cobre). Acabamento e formato inadequados das superfícies de contato.
Contatos se fundem	Correntes de ligação elevadas (como na comutação de transformadores a vazio). Comando oscilante. Ligação em curto-circuito. Comutação estrela-triângulo defeituosa.
Contatos se desgastam excessivamente	Arco voltaico. Sistema de desligamento por deslizamento (remove certa quantidade de material a cada manobra).
Isolação é deficiente	Excessiva umidade do ar. Dielétrico recoberto ou perfurado por insetos, poeira e outros corpos. Presença de óxidos externos provenientes de material de solda.

### Defeitos mecânicos

Os defeitos mecânicos são provenientes da própria construção do dispositivo, das condições de serviço e do envelhecimento do material.

Salientam-se nesse particular:

- Lubrificação deficiente;
- Formação de ferrugem;
- Temperaturas muito elevadas;
- Molas inadequadas;
- Trepidações no local da montagem.

### **Ricochete entre contatos**

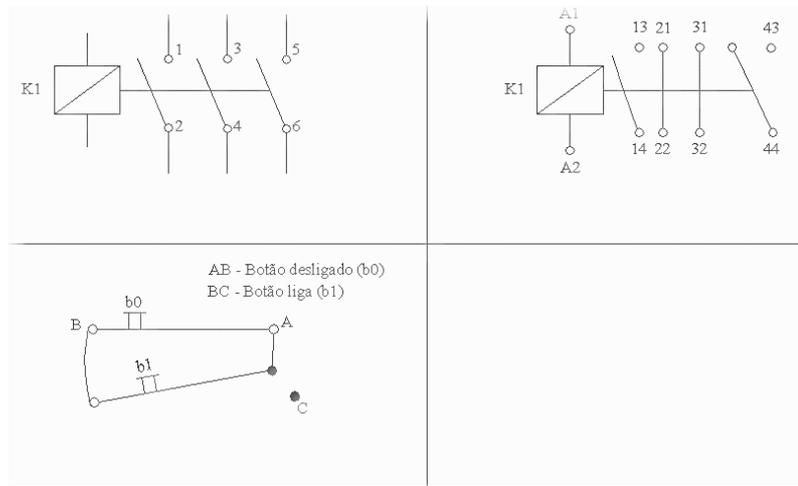
Ricochete é a abertura ou afastamento entre contatos após o choque no momento da ligação. Isso é consequência da energia cinética presente em um dos contatos.

O ricochete reduz sensivelmente a durabilidade das peças de contato, especialmente no caso de cargas com altas correntes de partida. Isso acontece porque o arco que se estabelece a cada separação sucessiva dos contatos vaporiza o material das pastilhas.

Com vistas a redução de custos, o tempo de ricochete deve ser reduzido para 0,5ms. Baixa velocidade de manobra, reduzida massa de contato móvel e forte pressão nas molas são algumas condições que diminuem o tempo do ricochete.

Os contatores modernos são praticamente livres de ricochete. Na ligação, eles acusam um desgaste de material de contato equivalente a 1/10 do desgaste para desligamento sob corrente nominal. Assim, a corrente de partida de motores não tem influência na durabilidade dos contatos.

### **Botoeira - botão liga e desliga**



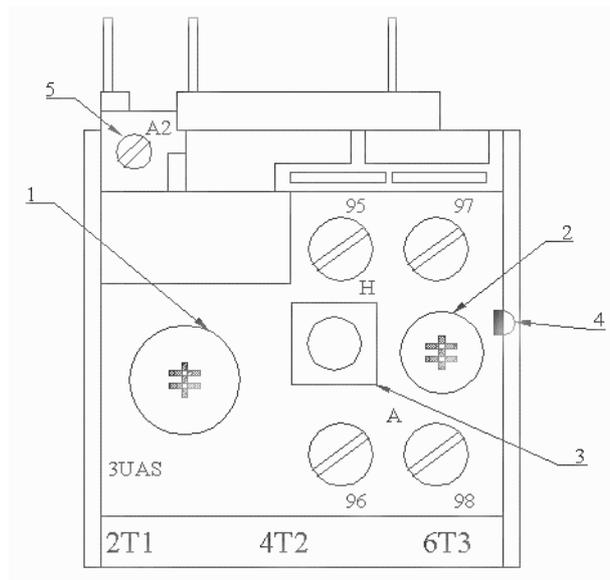
### Relé Térmico

São construídos para proteção de motores contra sobrecarga, falta de fase e tensão. Seu funcionamento é baseado em dois elementos metálicos, que se dilatam diferentemente provocando modificações no comprimento e forma das lâminas quando aquecidas.

Figura – Relé bimetálico

Colocação em funcionamento e indicações para operação:

1. Ajustar



Colocação em funcionamento e indicações para operação:

1. Ajustar a escala à corrente nominal da carga.
2. Botão de destravação (azul):

Antes de por o relé em funcionamento, premer o botão de destravação. O contato auxiliar é ajustado pela fábrica para religamento manual (com bloqueio contra religamento automático).

Comutação para religamento automático: premer o botão de destravação e girá-lo no sentido antihorário, até o encosto, da posição H (manual) para A (automático).

1. Botão " Desliga" (vermelho). O contato auxiliar abridor será aberto manualmente, se for apertado este botão.

2. Indicador Lig./Desl - (verde). Se o relé estiver ajustado para religamento manual, um indicador verde sobressairá da capa frontal se ocorrer o disparo (desligamento) do relé.

Para religar o relé, premer o botão de destravação. Na posição "automático", não há indicação.

3. Terminal para bobina do contator, A2.

4. Dimensões em mm.

- Com contato auxiliar 1F ou 1A;
- Com contatos auxiliares 1F + 1A ou 2F + 2A;
- Para fixação rápida sobre trilhos suporte conforme DINEN 50022;
- Neste lado do relé, distância mínima de partes aterradas.

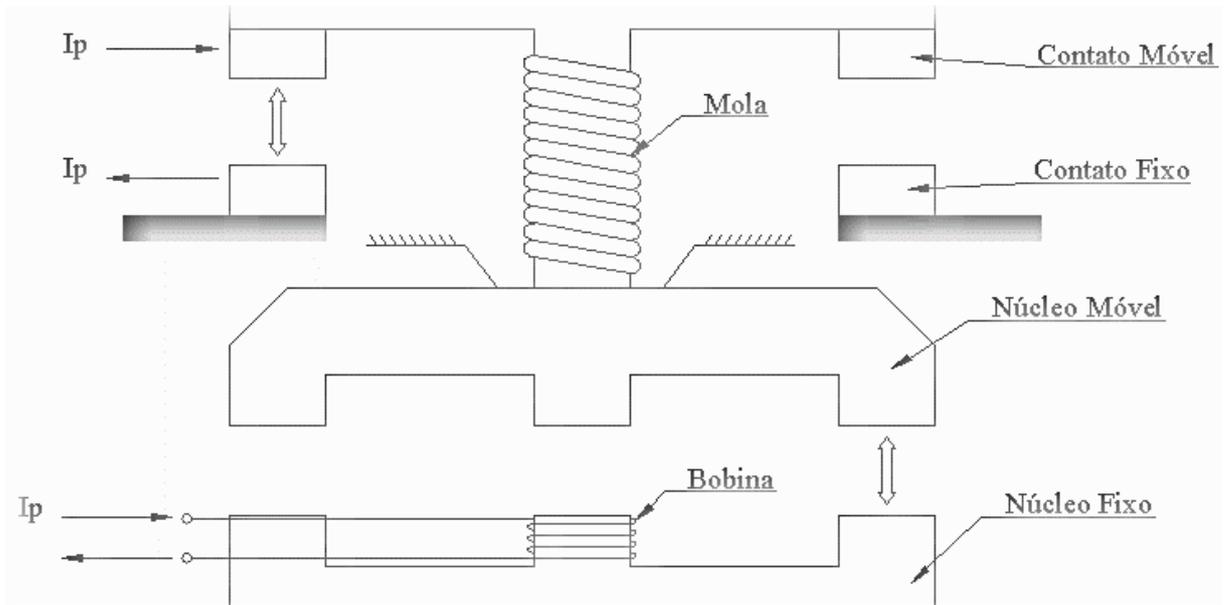
### **1.2.9.1 Simbologia Elétrica**

Tabela 1.3 - Denominação para os aparelhos nos esquemas elétricos

Denominação	Aparelhos
b0	Botão de comando - desliga
b1	Botão de comando - liga
b2 – b22	Botão de comando - esquerda/direita
K1 – K2 - K3 - K4 - K5	Contator principal
d1 – d2 - d3	Contator auxiliar-relé de tempo relê aux.
F1 – F2 - F3	Fusível principal
F7 – F8 - F9	Relé bimetálico
F21 - F22	Fusível para comando
h1	Armação de sinalização - liga
h2	Armação de sinalização direita/esquerda
M1	Motor, trafo - principal
M2	Auto - trafo
R S T	Circuito de medição-corrente alternada

### CHAVE MAGNETICA OU CONTATOR MAGNETICO

Contator é um dispositivo eletromagnético que liga e desliga o circuito do motor. Usado de preferência para comandos elétricos automáticos a distância. É constituído de uma bobina que quando alimenta cria um campo magnético no núcleo fixo que por sua vez atrai o núcleo móvel que fecha o circuito. Cessando a alimentação da bobina, desaparece o campo magnético, provocando o retorno do núcleo através de molas, conforme figura abaixo.



O contator, que é de acionamento não manual por definição, pode ser do tipo “de potência” e “auxiliar”, e normalmente tripolar, por ser usado em redes industriais que são sobretudo trifásicas.

O seu funcionamento se dá perante condições nominais e de sobrecarga previstas, sem porém ter capacidade de interrupção para desligar a corrente de curto-circuito.

O acionamento é feito por uma bobina eletromagnética pertencente ao circuito de comando, bobina essa energizada e desenergizada normalmente através de uma botoeira liga-desliga, estando ainda em série com a bobina do contator um contato pertencente ao rele de proteção contra sobrecargas, do tipo NF ( Normalmente Fechado ).

Esse contato auxiliar, ao abrir, interrompe a alimentação da bobina eletromagnética, que faz o contator desligar.

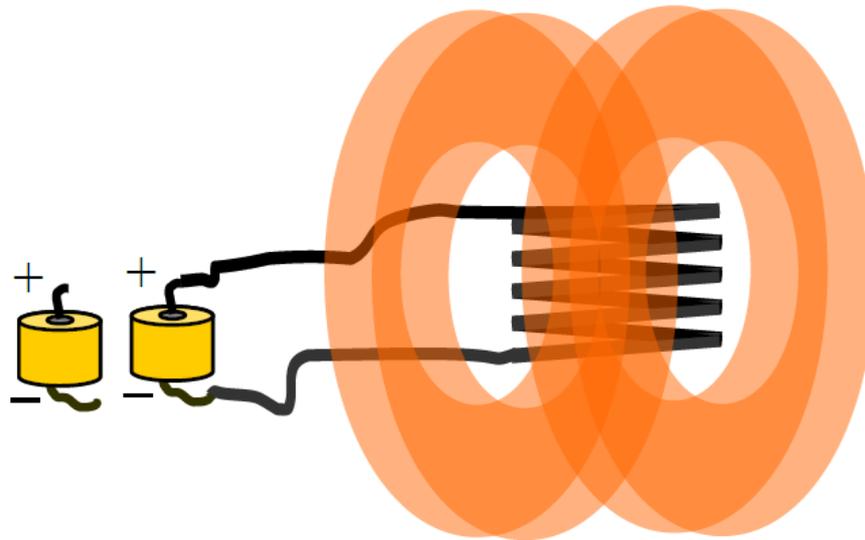
Fusíveis colocados no circuito de comando fazem a proteção perante sobrecorrentes.

### **COMO FUNCIONA A CHAVE MAGNÉTICA:**

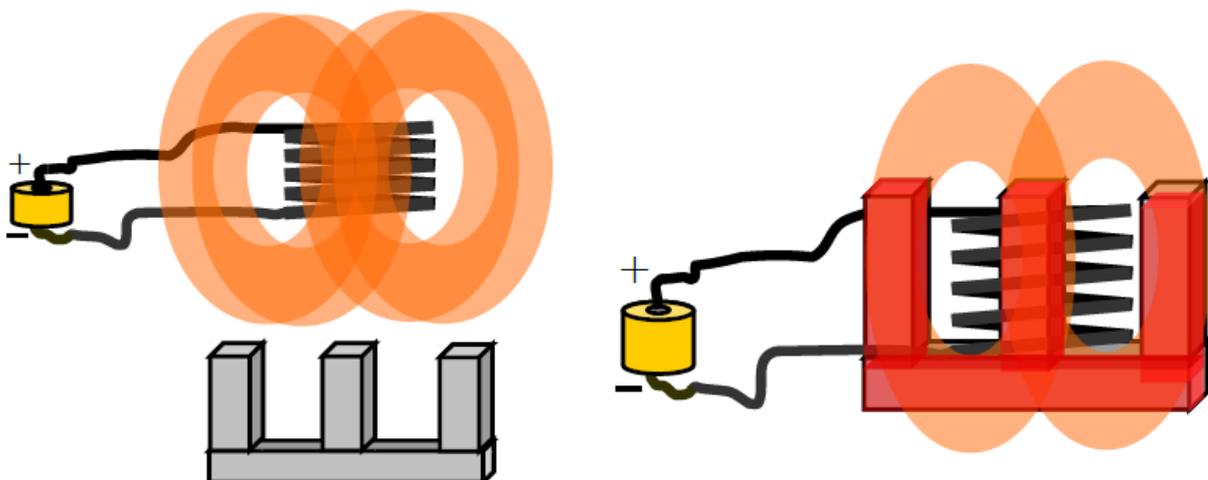
A chave magnética compõe de:

- BOBINA
- FERRAGEM (PARTE FIXA E PARTE MOVEL)
- CHAVES (PARTE FIXA E PARTE MOVEL)

### **A BOBINA, ENERGIZADA, GERA UM CAMPO MAGNÉTICO**



O campo magnético é concentrado pela parte fixa do entreferro, na qual é fixada a bobina e a parte fixa das chaves.



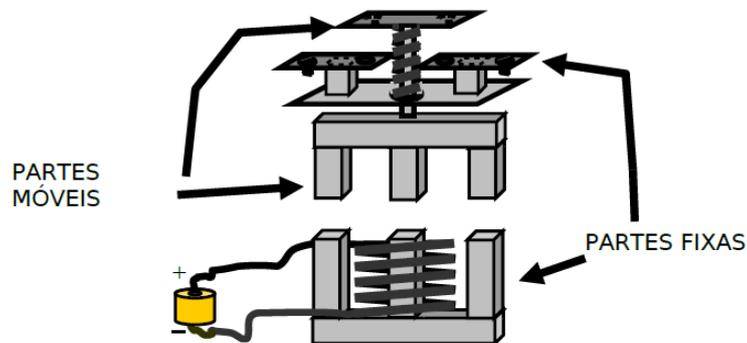
O campo magnético produzido na bobina quando energizada, é concentrado pela parte fixa do entreferro, na qual é fixada a bobina e a parte fixa das chaves.

O campo magnético, concentrado, atrai a parte móvel do entreferro na qual se prende a parte móvel das chaves.

Quando se unem a parte móvel com a parte fixa há o acionamento das chaves. Quando se unem a parte móvel com a parte fixa há também uma

concentração ainda maior do campo magnético, aumentando a indutância e reduzindo a corrente elétrica caso a tensão aplicada seja alternada.

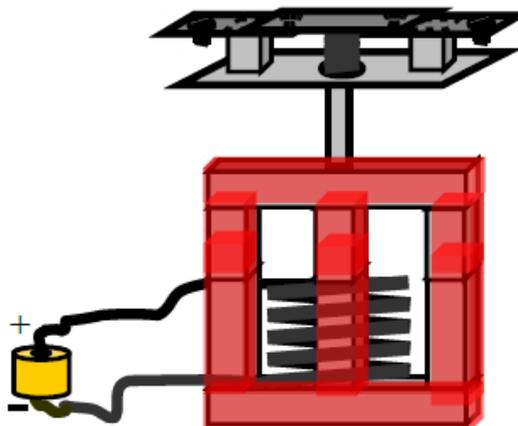
Este efeito provoca uma maior velocidade de acionamento das chaves magnéticas acionadas por tensão alternada se comparada a daquelas acionadas por tensão contínua.



A intensidade de corrente de acionamento da (bobina) chave magnética é muito menor que a corrente possível de ser comandada pelas suas chaves.

Por este fato com um dispositivo (chave/botoeira), uma pequena corrente pode energizar a bobina, que ativa suas chaves, que podem comandar uma alta potência como de um motor.

Ex. figura abaixo:



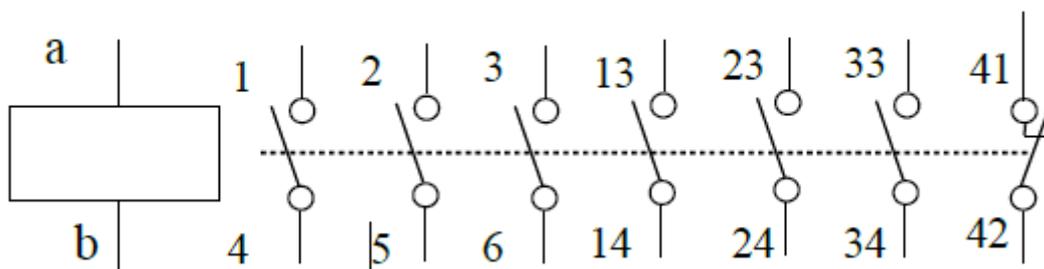
A seguir ve-se o símbolo de uma chave magnética com a identificação típica das chaves: os terminais do eletroímã são identificados por letras, em geral a1 e a2 ou a e b, e os terminais das chaves são identificados com numeração.

O numero de chaves do contator e bem variado dependendo do tipo. De acordo com o fim a que se destinam, as chaves do contator recebem denominações específicas:

**Chaves principais:** São mais robustas e destinam-se a comandar altos valores de corrente típicos de motores e outras cargas. São sempre do tipo NA. Sua identificação se faz com números unitários de 1 as 6.

**Chaves auxiliares:** Bem menos robustas, se prestam a comandar as baixas correntes de funcionamento dos eletroímãs (bobinas) de outras chaves magnéticas, lâmpadas de sinalização ou alarmes sonoros. As chaves auxiliares podem ser do tipo NA ou NF.

A identificação das auxiliares se faz com dezenas de final 3 e 4 para as NA e com 1 e 2 para as do tipo NF. Essas numerações podem aparecer identificando terminais de contatos mesmo que não sejam operados por chave magnética e sim por botão ou rolete por exemplo.



O eletroímã (formado por bobina e entreferro) da chave magnética deve ser ligado a tensão nominal e obedecendo ao tipo: CA ou CC.

### CONSTRUCAO:

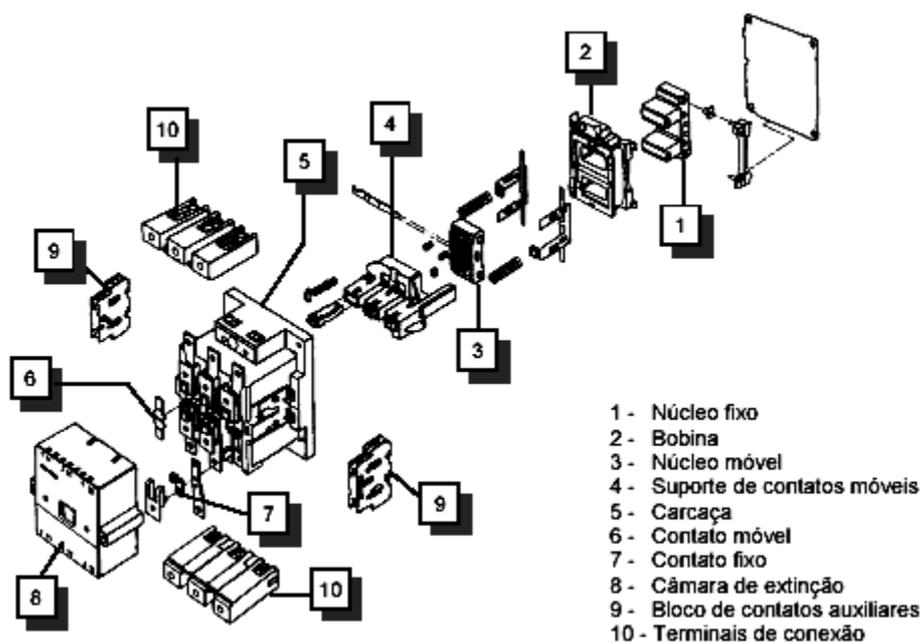
Cada tamanho de contator tem suas particularidades construtivas. Porem, em termos de componentes e quanto ao principio de funcionamento, são todos similares ao desenho explodido que segue, e cujos componentes estão novamente representados na ilustração seguinte.

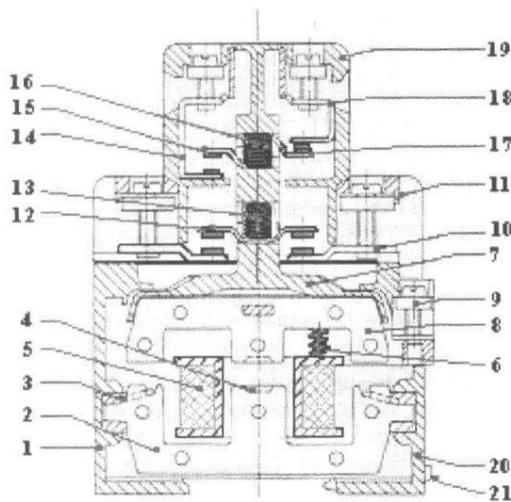
## 6. CONTATOR DE POTENCIA.

Um eletroímã feito para operar em CC, se for ligado em CA de valor suficiente para acioná-lo ficará superaquecido no entreferro por causa do alto valor da corrente de Foucault induzida no entreferro. No caso do eletroímã de CA, o entreferro é laminado para evitar essas correntes e no de CC o entreferro é maciço.

Um eletroímã de CA, caso seja ligado em CC (com mesmo valor de tensão de CA) ficará superaquecido no eletroímã pela alta corrente, já que em CC só haverá resistência enquanto em CA há resistência e reatância indutiva.

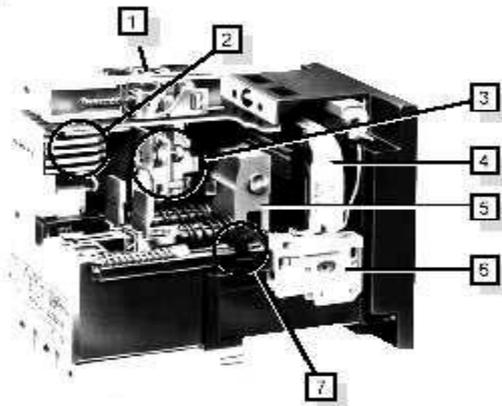
O eletroímã alimentado por CC gera alto valor de tensão de autoindução e isso provoca suavidade na ligação e um arco voltáico na chave que o comanda, durante o desligamento, bem maior que em CA. Este arco no desligamento exige alguns cuidados para diminuir os seus efeitos destrutivos.





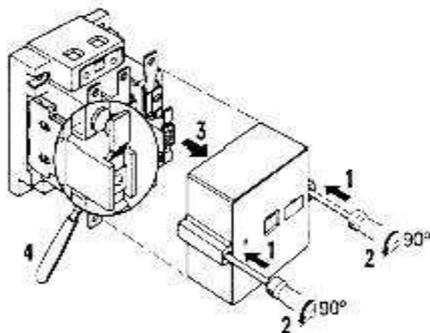
1. Parte superior da carcaça
2. Núcleo fixo
3. Anel de curto circuito
4. Entreferro
5. Bobina
6. Mola de curso
7. Cabeçote
8. Núcleo móvel
9. Terminal da Bobina
10. Contato fixo principal
11. Capa lateral
12. Contato móvel principal
13. Mola do contato principal
14. Contato Fixo auxiliar - NA
15. Contato móvel auxiliar - NA
16. Mola de contato auxiliar
17. Contato móvel auxiliar - NF
18. Contato fixo auxiliar - NF
19. Capa frontal
20. Parte inferior da carcaça
21. Grampo de fixação.

**Contator de potência.**  
Peça em corte.

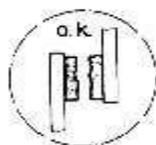


- 1 - Terminais de conexão
- 2 - Câmara de extinção de arco
- 3 - Contatos de potência
- 4 - Bobina
- 5 - Sistema magnético (núcleo móvel)
- 6 - Contatos auxiliares
- 7 - Elemento de bloqueio quando retirada a câmara de extinção de arco

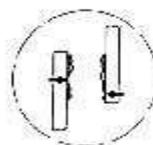
**Análise e substituição dos contatos de contadores.**



Contato normal de uso



Contato desgastado

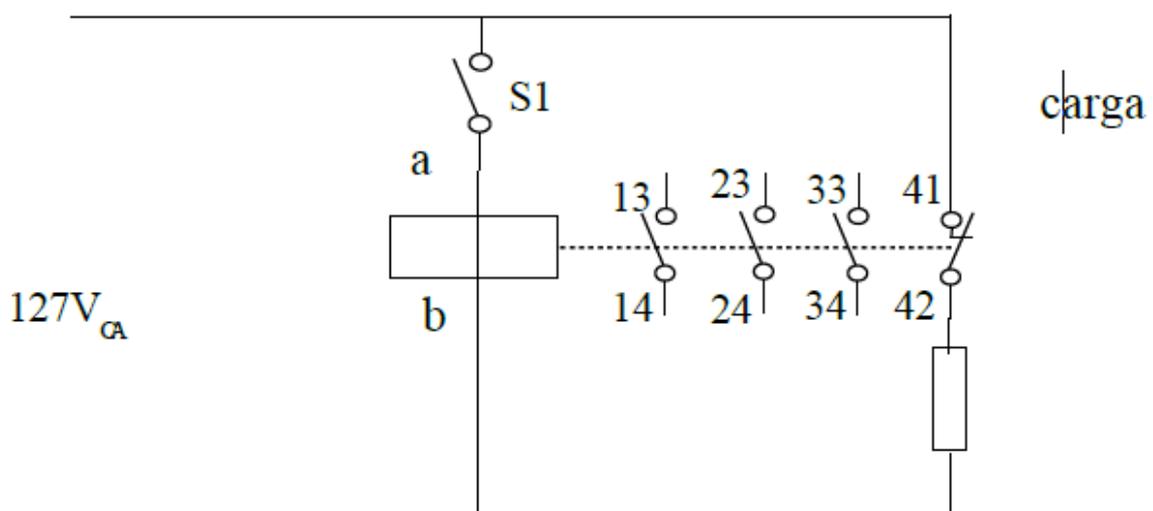


## CONTATOR DE POTENCIA E CONTATOR AUXILIAR

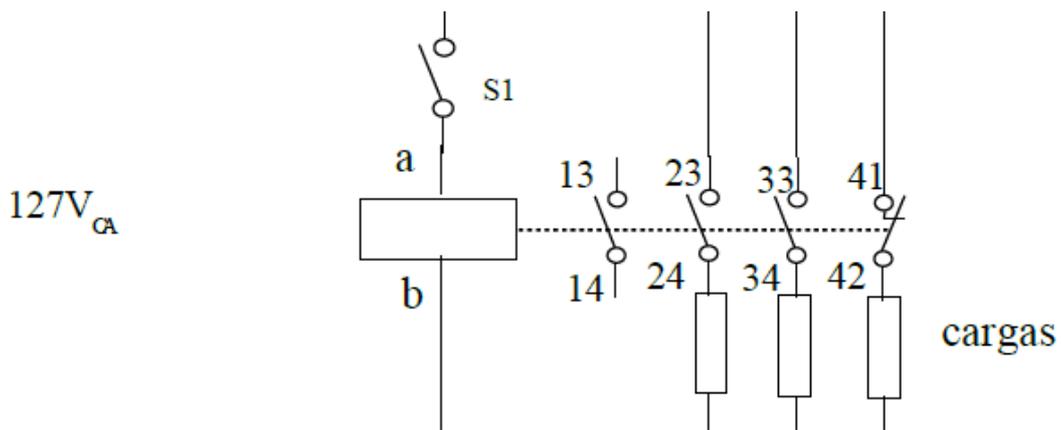
Alguns contatores magnéticos são construídos apenas com contatos de alta potência, quando então se denominam chaves (ou contatores) de potência. Há também contatores magnéticos que só possuem chaves auxiliares sendo por isso, chamados de contatores (ou chaves) auxiliares. O contator tem diversas aplicações, entre elas:

**INVERSÃO DE LÓGICA:** usa-se uma chave ou contato NF acionado pelo contator para acionar uma carga e isso provoca uma inversão na lógica de funcionamento da chave ou contato que comanda o eletroímã do contator.

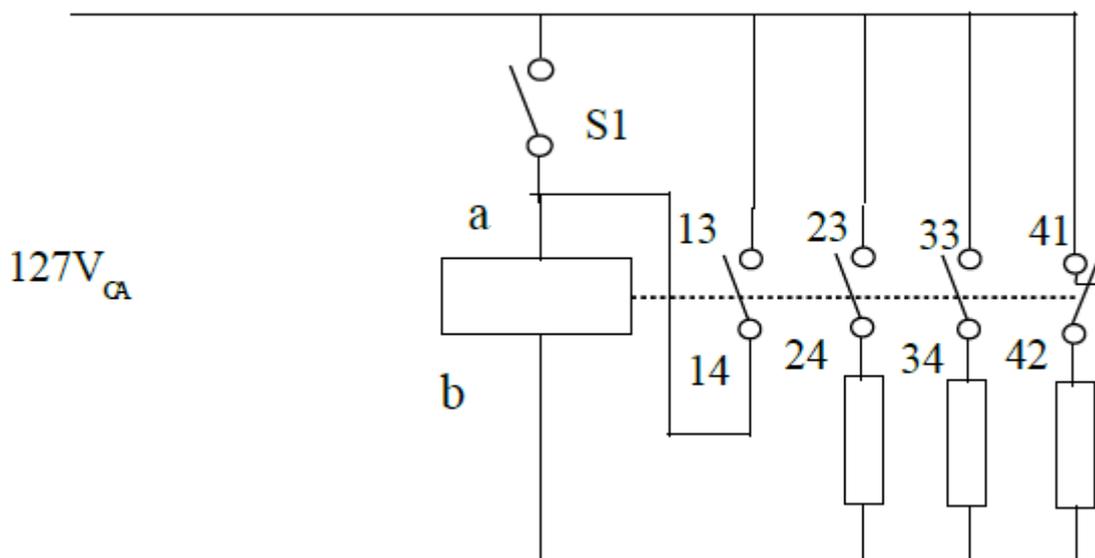
No exemplo, a chave 1 e NA, porém a carga será acionada (pela chave 41-42) como se a chave S1 fosse NF pois sempre que a mesma estiver em repouso a carga estará acionada e quando a chave S1 estiver acionada a carga estará desligada. Caso a chave 1 fosse NF a carga ficaria acionada como se a chave fosse NA, ligando-se e desligando-se juntamente com a mesma.



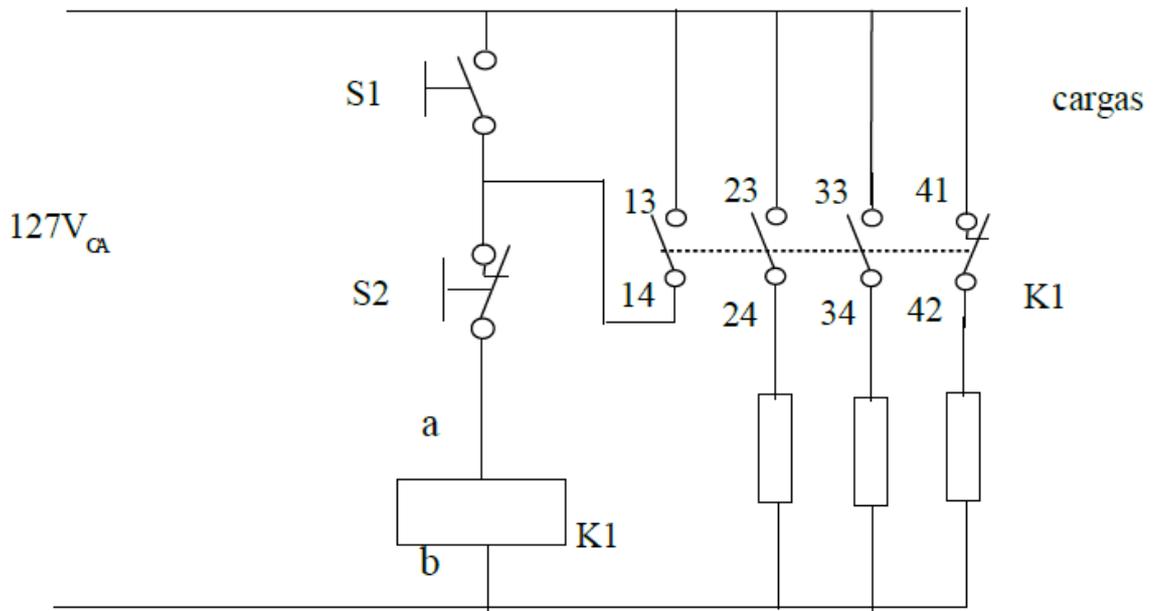
**MULTIPLICAÇÃO DE CONTATOS:** com uma única chave pode-se acionar o contator, que pode ter várias chaves, que ligarão (NA) ou desligarão (NF) os circuitos que estiverem ligados através dessas chaves, permite que uma única chave opere diversos circuitos simultaneamente, como visto no exemplo abaixo onde S1 liga o eletroímã que por sua vez aciona três cargas.



**MEMORIZAÇÃO DE ACIONAMENTO:** Através de uma das chaves (então chamada chave ou contato de selo ou de auto-retenção) pode-se manter o contator acionado após um acionamento momentâneo da chave que o acionou.



Após se acionar a chave S1 as cargas ficarão acionadas como se a chave se mantivesse acionada, pois o contato 13-14 manterá o contator acionado mesmo após a abertura da chave 1, até que a alimentação do contator seja desfeita, o que pode ser feito pela abertura de um contato NF, inserido em série com o eletroímã, como o S2 no diagrama visto a seguir. O botão 1 aciona o contator que se mantém por selo. O botão 2 desliga o contator.



### **FUNCIONAMENTO DO CONTATOR.**

Conforme definido e comentado anteriormente, o contator é um dispositivo de manobra não manual e com desligamento remoto e automático, seja perante sobrecarga (através do relé de sobrecarga) seja perante curto-circuito (através de fusíveis).

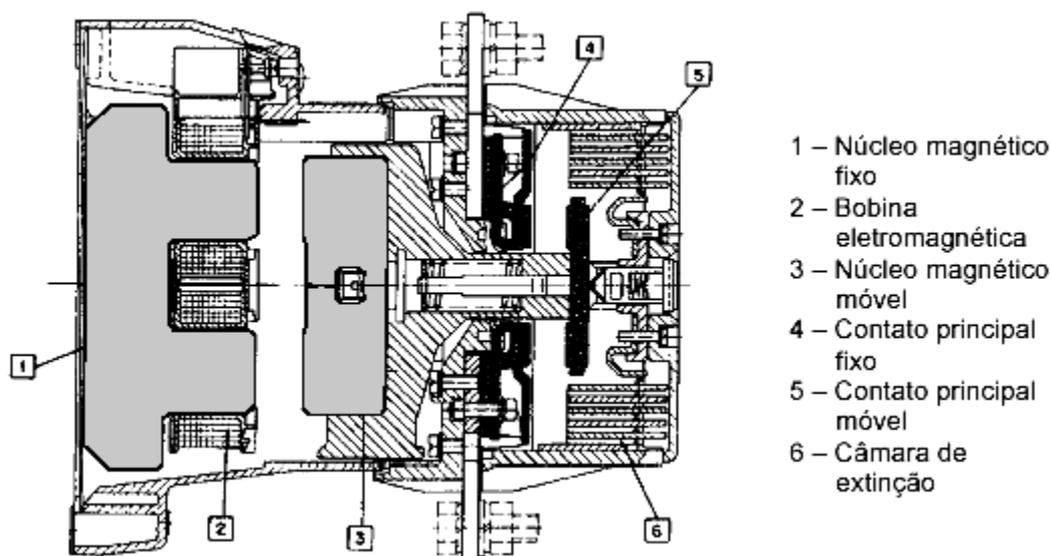
Quem liga e desliga o contator e a condição de operação de uma bobina eletromagnética, indicada por (2) no desenho em corte, abaixo. Essa bobina, no estado de desligado do contator, ou seja, contato fixo (4) e contato móvel (5) abertos, também está desligada ou desenergizada. Quando, por exemplo, através de uma botoeira a bobina eletromagnética é energizada, o campo magnético criado e que envolve o núcleo magnético fixo (1), atrai o núcleo móvel (3), fazendo com que se desloque o suporte de contatos com os contatos principais móveis (5), assim encontram os contatos principais fixos (4), fechando o circuito.

Estando o contator ligado (a bobina alimentada), e havendo uma condição de sobrecarga prejudicial aos componentes do sistema, o relé de proteção contra sobrecarga (bimetalico ou eletrônico) interromperá um contato NF desse relé, que está em série com a bobina do contator, no circuito de comando. Com a abertura do contato e desenergizada a bobina eletromagnética, o contator abre e a carga é desligada.

Para efeito de religação, essa pode ser automática ou de comando remoto, dependendo das condições a serem atendidas pelo processo produtivo ao qual esses componentes pertencem.

Além dos contatos principais, um contator possui contatos auxiliares dos tipos NA e NF, em número variável e informado no respectivo catálogo do fabricante. (Lembrando: NA significa Normalmente Aberto e NF, Normalmente Fechado).

As peças de contato tem seus contatos feitos de metal de baixo índice de oxidação e elevada condutividade elétrica, para evitar a criação de focos de elevada temperatura, o que poderia vir a prejudicar o seu funcionamento. Nesse sentido, o mais freqüente é o uso de liga de prata.



### CONTADORES, CATEGORIAS DE EMPREGO - IEC 947

AC - 1 Cargas não indutivas ou de baixa indutividade Resistores

AC - 2 Motores com rotor bobinado (anéis)

Partida com desligamento na partida e regime nominal

AC - 3 Motores com rotor em curto-circuito (gaiola)

Partida com desligamento em regime nominal

AC - 4 Motor com rotor em curto-circuito (gaiola)

Partida com desligamento na partida, partida com inversão de rotação, manobras intermitentes.

AC - 5a Lâmpadas de descarga em gás (fluorescentes, vapor de mercúrio, vapor de sódio)

AC - 5b Lâmpadas incandescentes

AC - 6a Transformadores

AC - 6b Banco de capacitores

AC - 7a Cargas de aparelhos residenciais ou similares de baixa indutividade

AC - 7b Motores de aparelhos residenciais

AC - 8 Motores-compressores para refrigeração com proteção de sobrecarga

DC - 1 Cargas não indutivas ou de baixa indutividade Resistores

DC - 3 Motores de derivação ( shunt)

Partidas normais, partidas com inversão de rotação, manobras intermitentes, frenagem.

DC - 5 Motores serie

Partidas normais, partidas com inversão de rotação, manobras intermitentes, frenagem.

DC - 6 Lâmpadas incandescentes

### **Contatores auxiliares, categorias de emprego - IEC 947**

#### **Corrente alternada Especificação das cargas**

AC - 12 Cargas resistivas e eletrônicas

AC - 13 Cargas eletrônicas com transformador de isolamento

AC - 14 Cargas eletromagnéticas = 72 VA

AC - 15 Cargas eletromagnéticas > 72 VA

Corrente continua Especificação das cargas

DC - 12 Cargas resistivas e eletrônicas

DC - 13 Cargas eletromagnéticas

DC - 14 Cargas eletromagnéticas com resistores de limitação

### **DURABILIDADE OU VIDA UTIL.**

A durabilidade é expressa segundo dois aspectos: a mecânica e a elétrica. A durabilidade mecânica é um valor fixo, definido pelo projeto e pelas características de desgaste dos materiais utilizados. Na prática, o seu valor é

de 10 a 15 milhões de manobras, para contatores de pequeno porte. De qualquer modo, o valor correspondente está indicado no catálogo do fabricante.

A durabilidade elétrica, ao contrário, é um valor variável, função da frequência de manobras da carga a qual o contatores está sujeito, ao número total de manobras que o contatores é capaz de fazer, a sua categoria de emprego e aos efeitos do arco elétrico, que dependem da tensão e da corrente elétricas.

Normalmente, perante condições de desligamento com corrente nominal na categoria de emprego AC-3, esse valor varia de 1 a 1,5 milhão de manobras.

### Utilização dos contatores.

#### Desvio dos valores nominais de operação

Defeitos	Causas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruído de vibração               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda acelerada de massa dos contatos</li> <li>- Destruição dos contatos</li> <li>- Destruição da bobina (<math>\approx</math> 1min)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sub-tensão no comando               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformador de comando sub-dimensionado</li> <li>- Tensão de comando derivada da potência</li> <li>- Falha de conexão e condução</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldagem leve (separável)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Área de brilho fosco</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade de ligação e condução</li> </ul>
Perda de massa com deformações do contato <ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas fundidas</li> </ul> Soldagem intensa (inseparável)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda acelerada da massa dos contatos</li> </ul> Destruição das partes adjacentes aos contatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade de interrupção</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruição das partes adjacentes aos contatos</li> </ul> Soldagem intensa (não separável)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilidade elétrica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldagem leve (separável)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Área de brilho fosco</li> </ul> </li> </ul> Destruição das partes adjacentes aos contatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequência de manobras</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda de massa com pingos de derretimento</li> </ul> Destruição das partes adjacentes aos contatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curto-circuito</li> </ul>

## Formação

É formada basicamente por um eletroímã e um conjunto de chaves operado pelo fluxo magnético do eletroímã quando energizado.

A seguir vê-se o símbolo de uma chave magnética com a identificação típica das chaves: os terminais do eletroímã são identificados por letras, em geral **a1** e **a2** ou **a** e **b**, e os terminais das chaves são identificados com numeração.

O número de chaves do contator é bem variado dependendo do tipo. De acordo com o fim a que se destinam, as chaves do contator recebem denominações específicas:

**Chaves principais:** São mais robustas e destinam-se a comandar altos valores de corrente típicos de motores e outras cargas. São sempre do tipo NA. Sua identificação se faz com números unitários de 1 as 6.

**Chaves auxiliares:** Bem menos robustas, se prestam a comandar as baixas correntes de funcionamento dos eletroímãs (bobinas) de outras chaves magnéticas, lâmpadas de sinalização ou alarmes sonoros. As chaves auxiliares podem ser do tipo NA ou NF.

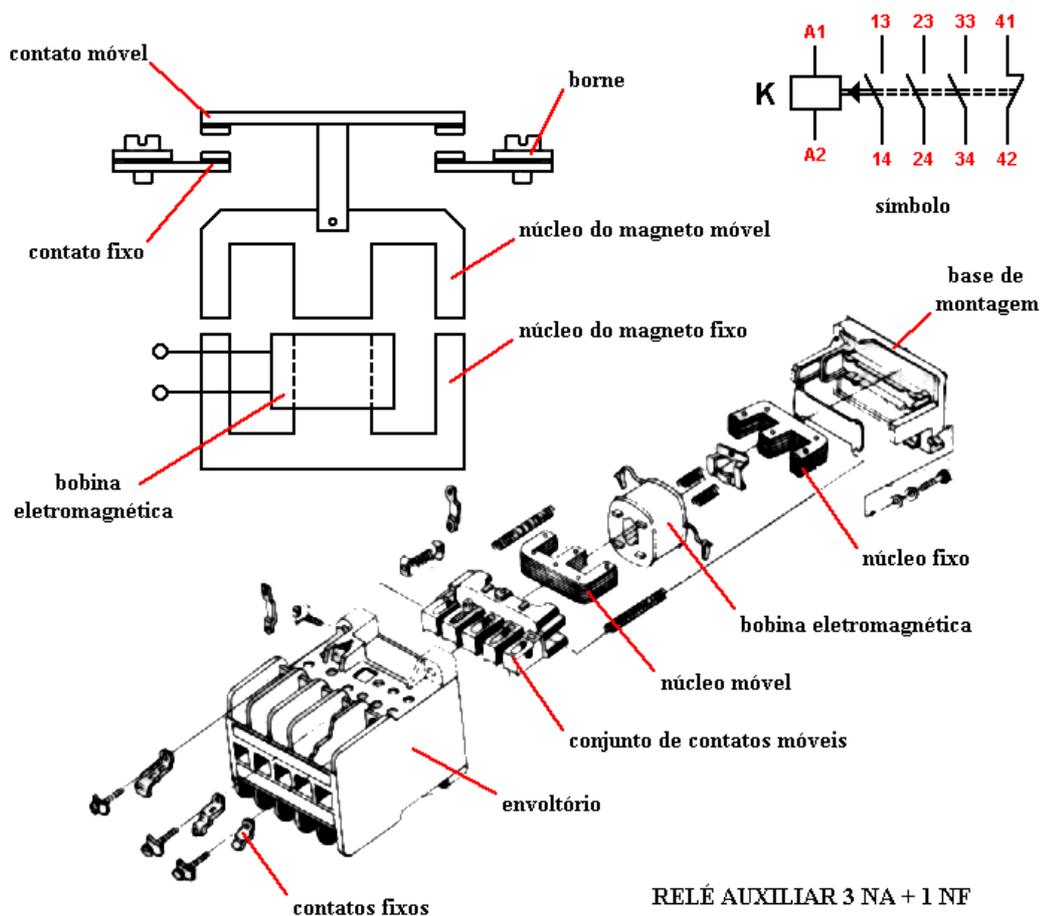
A identificação das auxiliares se faz com dezenas de final 3 e 4 para as NA e com 1 e 2 para as do tipo NF. Essas numerações podem aparecer identificando terminais de contatos mesmo que não sejam operados por chave magnética e sim por botão ou rolete por exemplo.

O eletroímã (formado por bobina e entreferro) da chave magnética deve ser ligado à tensão nominal e obedecendo ao tipo: CA ou CC.

Um eletroímã feito para operar em CC, se for ligado em CA de valor suficiente para acioná-lo ficará superaquecido no entreferro por causa do alto valor da corrente de Foucault induzida no entreferro. No caso do eletroímã de CA, o entreferro é laminado para evitar essas correntes e no de CC o entreferro é maciço.

Um eletroímã de CA, caso seja ligado em CC (com mesmo valor de tensão de CA) ficará superaquecido no eletroímã pela alta corrente, já que em CC só haverá resistência enquanto em CA há resistência e reatância indutiva.

O eletroímã alimentado por CC gera alto valor de tensão de auto-indução e isso provoca suavidade na ligação e um arco voltagem na chave que o comanda, durante o desligamento, bem maior que em CA. Este arco no desligamento exige alguns cuidados para diminuir os seus efeitos destrutivos.



### Chave magnética de potência e chave magnética auxiliar

Algumas chaves magnéticas são construídas apenas com contatos de alta potência, quando então se denominam chaves (ou contatores) de **potência**. Há também chaves magnéticas que só possuem chaves auxiliares sendo por isso chamadas de chaves (ou contatores) **auxiliares**.

**O contator tem diversas aplicações, entre elas:**

- Inversão de lógica: usa-se uma chave ou contato NF acionado pelo contator para acionar uma carga e isso provoca uma inversão na lógica de funcionamento da chave ou contato que comanda o eletroímã do contator.

No exemplo, a chave 1 é NA, porém a carga será acionada (pela chave 41-42) como se a chave S1 fosse NF pois sempre que a mesma estiver em repouso a carga estará acionada e quando a chave S1 estiver acionada a carga estará desligada.

Caso a chave 1 fosse NF a carga ficaria acionada como se a chave fosse NA, ligando-se e desligando-se juntamente com a mesma.

- Multiplicação de contatos: com uma única chave pode-se acionar o contator, que pode ter várias chaves, que ligarão (NA) ou desligarão (NF) os circuitos que estiverem ligados através dessas chaves, permite que uma única chave opere diversos circuitos simultaneamente, como visto no exemplo abaixo onde S1 liga o eletroímã que por sua vez aciona três cargas.

- Ampliação (indireta) da capacidade de corrente de um contato: A corrente do eletroímã é muito menor que a corrente comandada pelos seus contatos, por isso é possível acionar o eletroímã por um contato que só suporta 1A e através dos seus contatos acionar uma carga de 80A, por exemplo.

- Memorização de acionamento: Através de uma das chaves (então chamada chave ou contato de selo ou de auto-retenção) pode-se manter o contator acionado após um acionamento momentâneo da chave que o acionou

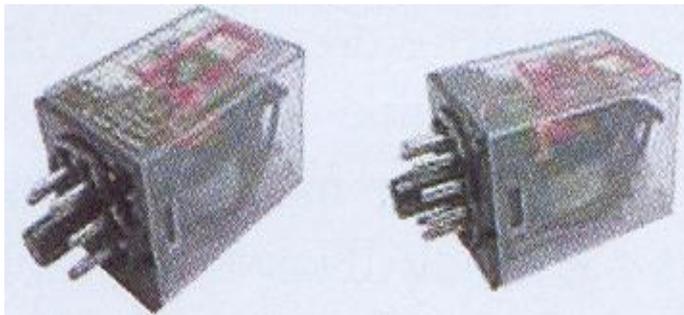
Após se acionar a chave S1 as cargas ficarão acionadas como se a chave se mantivesse acionada, pois o contato 13-14 manterá o contator acionado mesmo após a abertura da chave 1, até que a alimentação do contator seja desfeita, o que pode ser feito pela abertura de um contato NF, inserido em série com o eletroímã.

**TABELA DA CAPACIDADE MÁXIMA DO FUSIVEL EM RELAÇÃO AO CONTATOR:**

<b>Corrente Máxima do Contator</b>	<b>9 A</b>	<b>12 A</b>	<b>18 A</b>	<b>25 A</b>	<b>32 A</b>	<b>40 A</b>	<b>50 A</b>	<b>65 A</b>	<b>80 A</b>	<b>95 A</b>	<b>105 A</b>
<b>Fusível Máx. (A)</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>63</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>200</b>	<b>200</b>

## 7. Relês

Os **relês** são os elementos fundamentais de manobra de cargas elétricas, pois permitem a combinação de lógicas no comando, bem como a separação dos circuitos de potência e comando. Os mais simples constituem-se



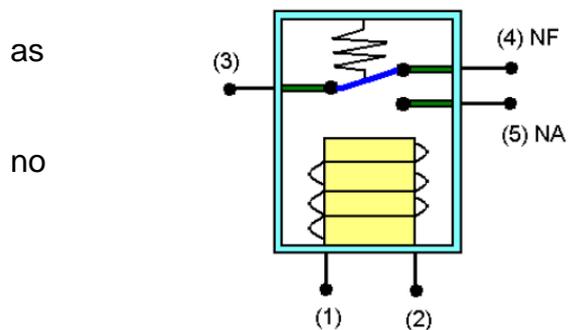
de uma carcaça com cinco terminais. Os terminais (1) e (2) correspondem a bobina de excitação. O terminal (3) é o de entrada, e os terminais (4) e (5) correspondem aos contatos

normalmente fechado (NF) e normalmente aberto (NA), respectivamente.

Uma característica importante dos relês, como pode ser observado na figura 2.2a é que a tensão nos terminais (1) e (2) pode ser 5 Vcc, 12 Vcc ou 24 Vcc, enquanto simultaneamente os terminais (3), (4) e (5) podem trabalhar com 110 Vca ou 220 Vca. Ou seja **não há contato físico** entre os terminais de acionamento e os de trabalho. Este conceito permitiu o surgimento de dois circuitos em um painel elétrico:

- i. **Circuito de comando:** neste encontra-se a interface com o operador da máquina ou dispositivo e portanto trabalha com baixas correntes (até 10 A) e/ou baixas tensões.

ii. **Circuito de Potência:** é o circuito onde se encontram as cargas a serem acionadas, tais como motores, resistências de aquecimento, entre outras. Neste podem circular correntes elétricas da ordem de 10 A ou mais, e atingir tensões de até 760 V.



Em painel de comando, botoeiras, sinaleira e controladores diversos ficam no circuito de comando.

Do conceito de relés pode-se derivar o conceito de contadores.

### Relês como dispositivos de segurança

O relê é um dispositivo de comando, ou seja, é empregado na partida de motores, no processamento de solda de ponto, no comando de laminadoras e prensas e no controle de iluminação de edifícios. Neste capítulo, estudaremos os relês como dispositivos de segurança. Para compreender com mais facilidade o funcionamento desse dispositivo, é necessário ter conhecimentos anteriores sobre eletromagnetismo.

### Relês

Diferentemente dos fusíveis, que se autodestroem, os relês abrem os circuitos em presença de sobrecarga, por exemplo, e continuam a ser usados após sanada a irregularidade.

Em relação aos fusíveis, os relês apresentam as seguintes vantagens:

- Ação mais segura;
- Possibilidade de modificação do estado ligado para desligado (e vice-versa);

- Proteção do usuário contra sobrecargas mínimas dos limites predeterminados;
- Retardamento natural que permite picos de corrente próprios às partidas de motores.

### Tipos de relês

Os relês que são usados como dispositivos de segurança podem ser:

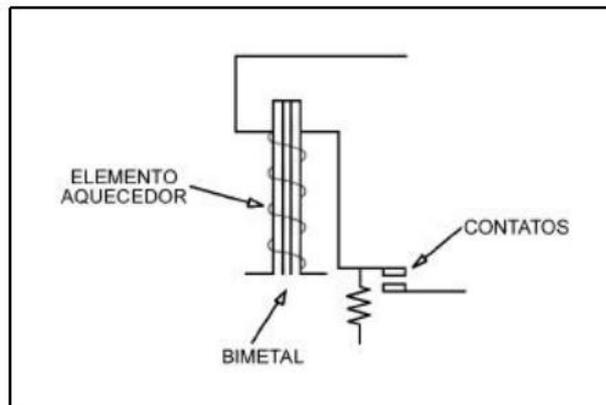
- Eletromagnéticos;
- Térmicos.

### Relês térmicos

Esse tipo de relê, como dispositivo de proteção, controle ou comando do circuito elétrico, atua por efeito térmico provocado pela corrente elétrica.

O elemento básico dos relês térmicos é o bimetetal.

O bimetetal é um conjunto formado por duas lâminas de metais diferentes (normalmente ferro e níquel), sobrepostas e soldadas.



Esses dois metais, de coeficientes de dilatação diferentes, formam um para metálico.

Por causa da diferença de coeficiente de dilatação, se o par metálico for submetido a uma temperatura elevada, um dos metais do par vai se dilatar mais que o outro.

Por estarem fortemente unidos, o metal de menor coeficiente de dilatação provoca o encurvamento do conjunto para o seu lado, afastando o conjunto de um ponto determinado.

Veja representação esquemática desse fenômeno a seguir.

Esse movimento é usado para disparar um gatilho ou abrir um circuito, por exemplo.

Portanto, essa característica do bimetal permite que o relê exerça o controle de sobrecarga para proteção dos motores.

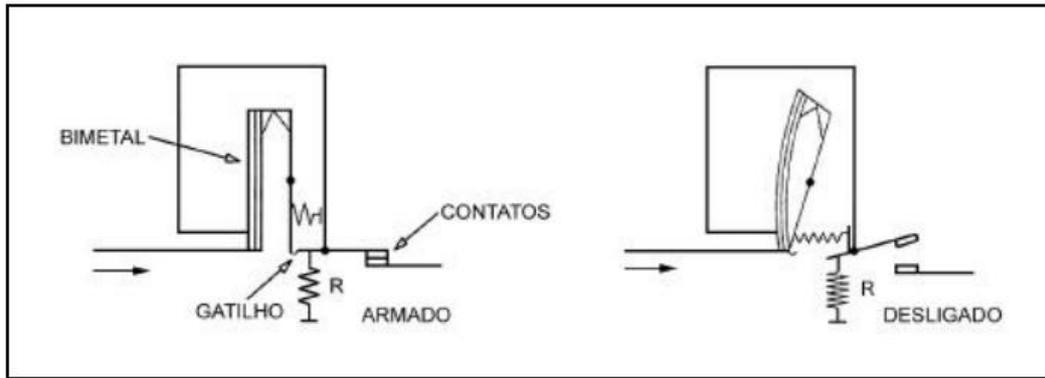
Os relês térmicos para proteção de sobrecarga são:

- Diretos;
- Indiretos;
- Com retenção.

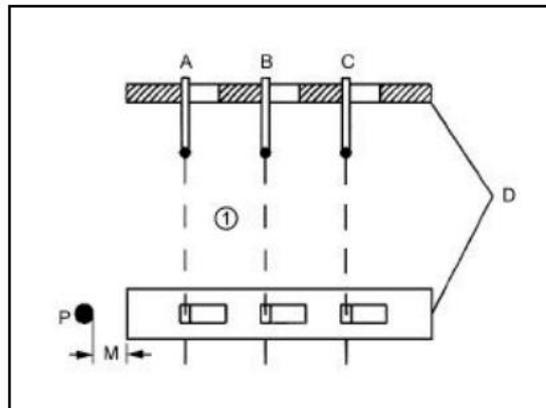
Os relês térmicos diretos são aquecidos pela passagem da corrente de carga pelo bimetal. Havendo sobrecarga, o relê desarma o disjuntor.

Embora a ação do bimetal seja lenta, o desligamento dos contatos é brusco devido à ação do gatilho. Essa abertura rápida impede a danificação ou soldagem dos contatos.

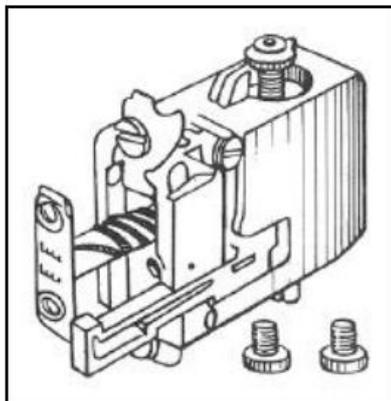
A figura a seguir mostra a representação esquemática de um relê térmico direto nas posições armado e desligado por sobrecarga.



Nos circuitos trifásicos, o relê térmico possui três lâminas bim etálicas (A, B, C), que atuam conjuntamente quando houver sobrecarga equilibrada.



Os relês térmicos indiretos são aquecidos por um elemento aquecedor indireto que transmite calor ao bimetálico e faz o relê funcionar. Veja representação esquemática a seguir.



Os relês térmicos com retenção possuem dispositivos que travam os contatos na posição desligado após a atuação do relê. Para que os contatos voltem a operar, é necessário soltar manualmente a trava por meio de um botão específico. O relê, então, estará pronto para funcionar novamente.

### Observação

É necessário sempre verificar o motivo por que o relê desarmou, antes de desarmá-lo.

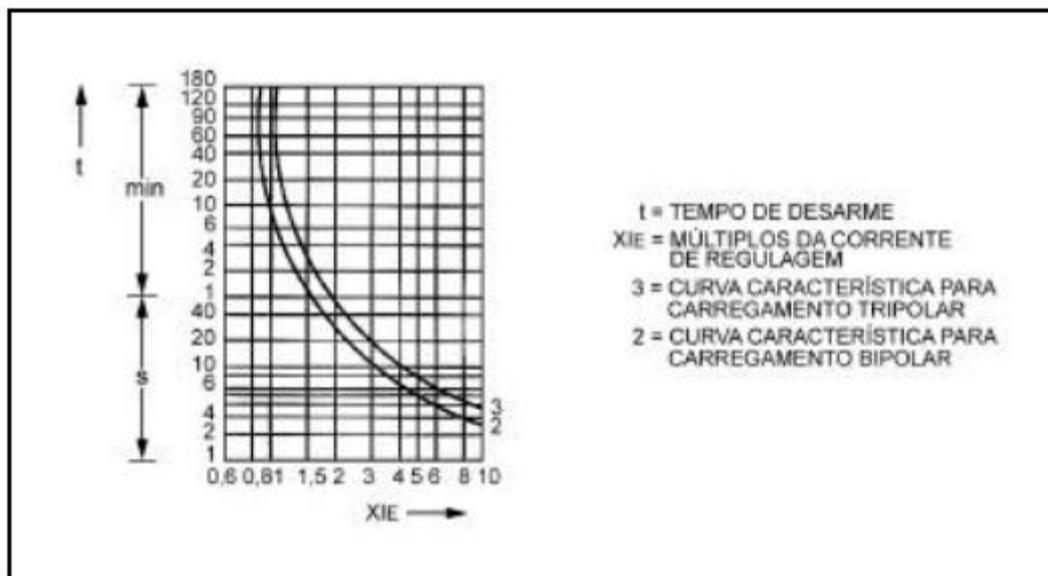
Os relês térmicos podem ser ainda compensados ou diferenciais.

O relê térmico compensado possui um elemento interno que compensa as variações da temperatura ambiente.

O relê térmico diferencial (ou de falta de fase) dispara mais rapidamente que o normal quando há falta de uma fase ou sobrecarga em uma delas. Assim, um relê diferencial, regulado para disparar em cinco minutos com carga de 10 A, disparará antes, se faltar uma fase.

### Curva característica de disparo do relê térmico

A relação tempo/corrente de desarme é representada por uma curva característica semelhante à mostrada a seguir.



No eixo horizontal (abscissas), encontram-se os valores múltiplos da corrente de regulação ( $X_{le}$ ) e no eixo vertical (ordenadas), o tempo de desarme ( $t$ ).

A curva 3 representa o comportamento dos relês quando submetidos a sobrecarga tripolar e a curva 2 para sobrecarga bipolar.

Os valores de desligamento são válidos para sobrecarga a partir da temperatura ambiente, ou seja, sem aquecimento prévio (estado frio).

Para relês que operam em temperatura normal de trabalho e sob corrente nominal (relês pré-aquecidos), deve-se considerar os tempos de atuação em torno de 25 a 30% dos valores das curvas.

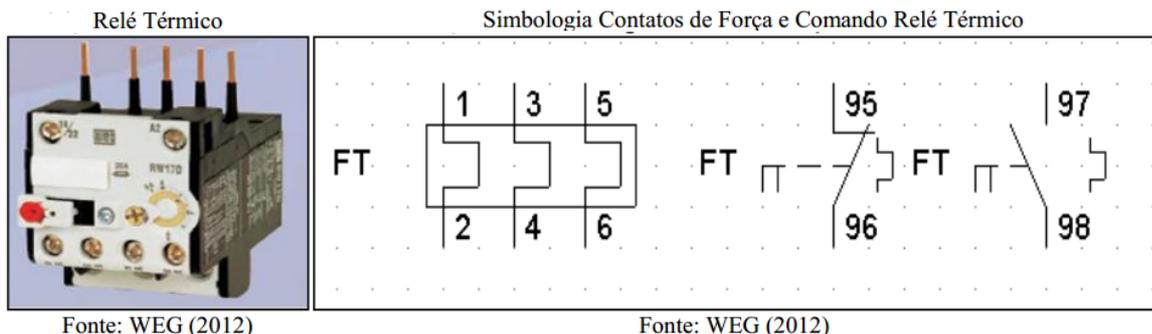
Isso acontece porque os bimetálicos já terão sofrido um deslocamento de aproximadamente 70% do deslocamento necessário para o desarme, quando pré-aquecidos pela passagem da corrente nominal.

### **Relé Térmico ou Bimetálico**

Relés de sobrecarga, também conhecido como relé térmico, atua na proteção do circuito quando ocorre uma elevação de corrente no motor ocasionada pelos seguintes motivos:

- Sobrecarga mecânica no eixo.
- Tempo de partida muito alto.
- Rotor bloqueado.
- Falta de fase.
- Elevada frequência de manobras.

A ação do relé térmico ocorre pela deformação dos dois metais que compõe os bimetálicos, deformação esta que atua sobre um contato auxiliar e este no circuito de comando, desligando o mesmo e protegendo o motor.



Os relés térmicos devem suportar o pico da corrente de partida dos motores sem disparar o contato auxiliar de proteção, atuando apenas se o tempo da partida for prolongado, por isso os relés além da corrente nominal devem ser escolhidos pelas classes de disparo,

(NAGEL,2008:

- Relés classe 10: tempo de partida inferior a 10 segundos.
- Relés classe 20: tempo de partida de até 20 segundos
- Relés classe 30: tempo de partida de até 30 segundos.

Os relés devem conter em sua faixa de ajuste a corrente nominal do motor ao qual irão proteger, esta corrente não deve estar na faixa inferior ou superior de atuação pois assim, no caso de desarme durante a partida ou na utilização do motor com fator de serviço acima da nominal não teríamos como ajustar a corrente do relé. O ajuste de corrente nos relés deve seguir a relação:

$$I_r = 1,15 \text{ até } 1,25 \cdot I_N$$

Onde  $I_r$  = corrente do relé e  $I_N$  = corrente nominal do motor.

### Relé de Proteção Térmica

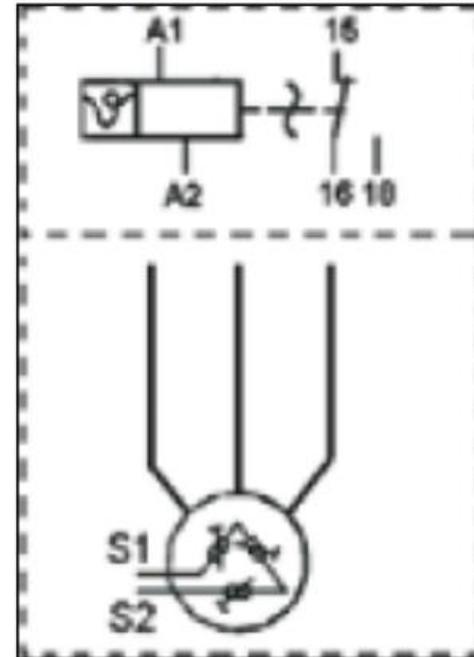
Destina-se ao monitoramento da variação da temperatura em motores ou geradores em máquinas em geral equipadas com sensor de temperatura tipo PTC. Possui eletrônica digital que proporciona elevado padrão de precisão e imunidade a ruídos.

Relé Proteção Térmica



Fonte: WEG (2012)

Simbologia Relé Proteção Térmica



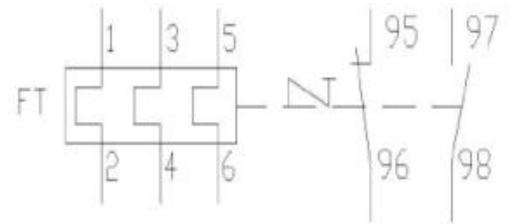
Fonte: WEG (2012)

### Relé Térmico ou de Sobrecarga

Os relés térmicos são dispositivos construídos para proteger, controlar ou comandar um circuito elétrico, atuando sempre pelo efeito térmico provocado pela corrente elétrica.

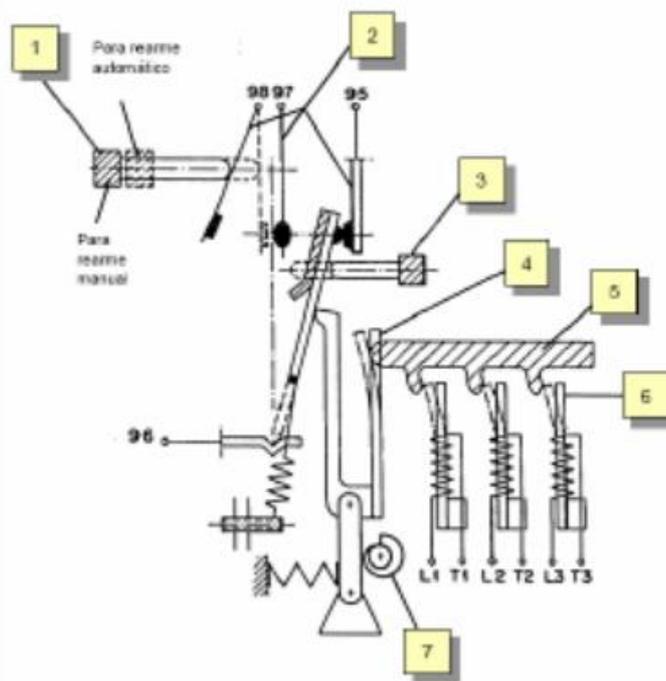
Os relés térmicos têm como elemento básico o “**bimetal**”. Esse elemento, é constituído de duas lâminas finas (normalmente ferro e níquel), sobrepostas e soldadas. Os dois materiais apresentam coeficientes de dilatação diferentes, dessa forma, um dos metais se alonga mais do que o outro quando aquecidos.

Por estarem rigidamente unidos e fixados, numa das extremidades, o metal de menor coeficiente de dilatação provoca um encurvamento do conjunto para o seu lado, afastando o conjunto de um ponto determinado. Esse movimento é usado para diversos fins, como disparar um gatilho e abrir um contato elétrico.



Relé Térmico

## Princípio construtivo



- 1 - Botão de rearme
- 2 - Contatos auxiliares
- 3 - Botão de teste
- 4 - Lâmina bimetálica auxiliar
- 5 - Cursor de arraste
- 6 - Lâmina bimetálica principal
- 7 - Ajuste de corrente

Relé térmico – Funcionamento

## Relé térmico

**Definição** - Dispositivo de proteção e eventual comando a distância, cuja operação é produzida pelo movimento relativo de elementos mecânicos (termo-pares), sob a ação de determinados valores de correntes de entrada.

Relés térmicos não protegem a linha de alimentação contra curto-circuito, conseqüentemente, é necessário empregar ainda fusíveis como proteção contra curto-circuito.

O relé térmico é intercalado nas fases do motor para detectar a intensidade de corrente solicitada pelo motor. As correntes do motor atravessam os três elementos térmicos dentro do relé que aquecer demais, devido à corrente, os elementos térmicos atuam num contato auxiliar para sinalizar a sobrecarga do motor. Isto significa que um relé térmico deve sempre trabalhar em conjunto com um contator ou um comando elétrico, para realizar a função.

Um relé térmico, uma vez disparado, voltará à posição de repouso automaticamente, quando essa opção for selecionada, ou manualmente. Para controle remoto de relés térmicos, há

dispositivos que permitem rearmamento e desligamento à distância, proporcionando assim conforto de uso.

### **Sobrecarga Balanceada**

Os fabricantes de contadores oferecem geralmente relés térmicos que encaixam mecanicamente nos contadores por eles fabricados. Nesse caso, as três entradas do relé térmico estão ligadas automaticamente aos três primeiros contatos de carga do contator. Esse é o tipo comum de conexão entre os dois. Mas existem ainda dispositivos para permitir a montagem do relé térmico separadamente do contator, facilitando assim a realização de comandos elétricos mais complexos.

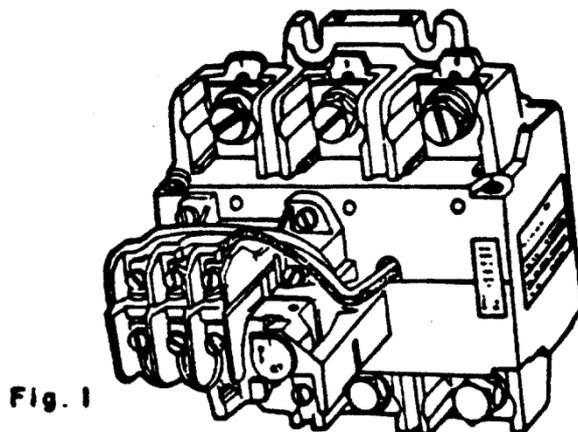
Nos relés térmicos, há um meio para ajustar os elementos, conforme a corrente nominal (IN) do motor supervisionado. Cada tipo de relé cobre apenas uma determinada faixa de corrente. Por isso, cada fabricante fornece uma variedade de relés de proteção. O ajuste da corrente nos relés deve ser feito conforme fórmula.

Em caso de motores com um fator de serviço indicado de igual ou superior a 115% ou motores com elevação de temperatura admissível de 40°C, o ajuste pode ser de até 125% da corrente nominal ( $1,25 \cdot IN$ ). Nos demais casos, os relés térmicos devem ser ajustados em 115% da corrente nominal

(1,15 . IN).

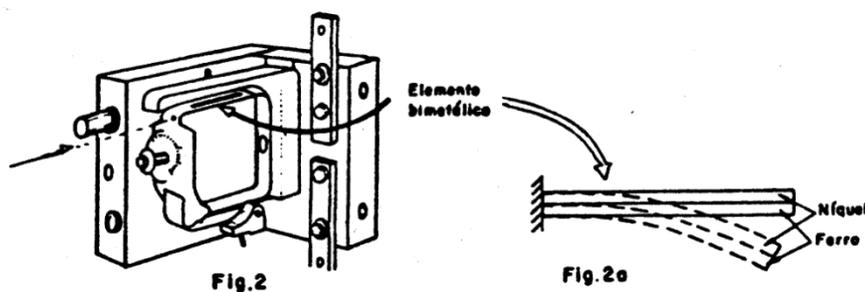
## Relés Térmicos

Os relés térmicos são dispositivos construídos para proteger, controlar ou comandar um circuito elétrico, atuando sempre pelo efeito térmico provocado pela corrente elétrica (fig. 1).



### Elemento básico dos relés térmicos

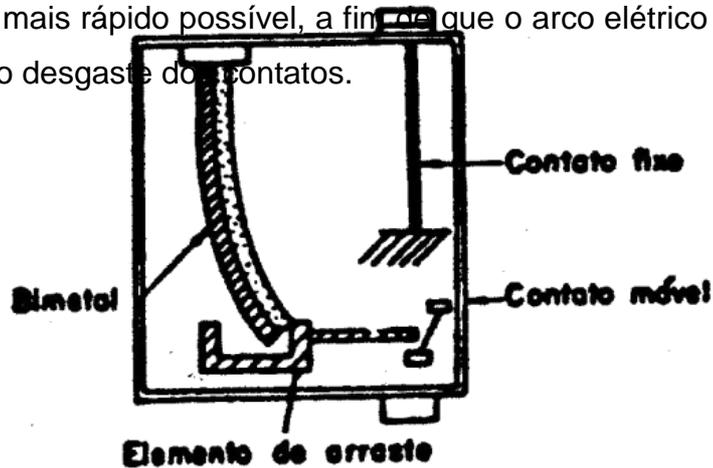
Os relés térmicos têm como elemento básico o “bimetal”. Esse elemento é constituído de duas lâminas finas (normalmente ferro e níquel), sobrepostas e soldadas (figs. 2 e 2a).



### Funcionamento dos relés térmicos

Quando dois metais, de coeficientes de dilatação diferentes, são unidos em superposição, temos um par metálico. se esses metais forem em forma de tiras, teremos um par metálico (ou bimetal) com a conformação apropriada para o relé. Em virtude da diferença do coeficiente de dilatação, um dos metais se

alonga mais que o outro. Por estarem rigidamente unidos, o de menor coeficiente de dilatação provoca um encurvamento do conjunto para o seu lado, afastando o conjunto de um ponto determinado. Esse movimento pode ser usado para diversos fins, como disparar um gatilho e abrir um circuito. O gatilho tem a função de fazer com que a abertura ou o fechamento dos contatos seja o mais rápido possível, a fim de que o arco elétrico não provoque a soldagem ou o desgaste dos contatos.



e) princípio de funcionamento

**Fig.3**

### **Aplicação dos relés térmicos**

As características dos bimetálicos aplicados aos relés permitem aos mesmos o controle de:

- 1 - sobrecarga - na proteção de motores;
- 2 - controle da temperatura ambiente;
- 3 - temporização - quando usados juntamente com uma bobina de duplo bobinado (bobina Y), ou seja, bobina de contator com secundário.

### Tipos de relés térmicos

Os relés térmicos podem ser: 1 - diretos ou indiretos;

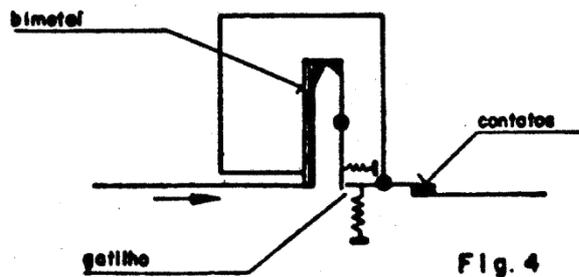
2 - com retenção ou sem retenção;

3 - compensados;

4 - diferenciais.

### Representação esquemática de um relé térmico

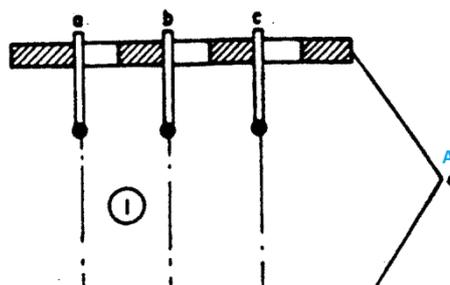
A figura mostra esquematicamente as partes principais de um relé térmico de proteção, na posição armada.



Na figura o relé está disparado (desligado por uma sobrecarga).



Nos circuitos trifásicos o relé térmico possui três lâminas bimetálicas (a, b, c, fig. 6), que atuam conjuntamente, quando há sobrecarga equilibrada.



## Relés térmicos indiretos

Nos relés térmicos indiretos, o aquecimento do bimetálico é feito por um elemento aquecedor indireto, que transmite o calor para o bimetálico, provocando a atuação do relé.

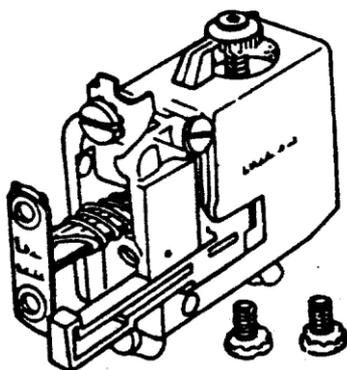
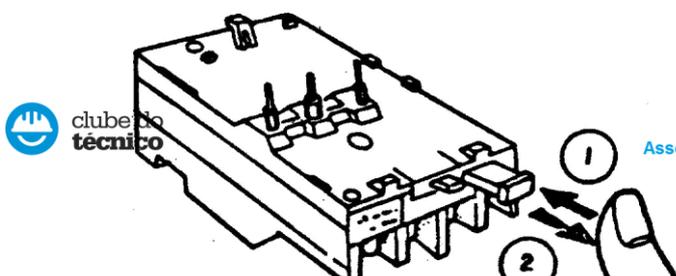


Fig. 7

## Réles térmicos com retenção

São relés térmicos que possuem dispositivos que travam as lâminas bimetálicas na posição desligada, após sua atuação. Para recolocá-las em funcionamento, é necessário soltar manualmente a trava, o que se consegue ao apertar e soltar um botão (fig. 8). O relé estará novamente pronto para funcionar.



Observação: Antes de rearmá-lo, verificar por que motivo o relé desarma.



