



*ESCOLA TÉCNICA MITE - LINS.*

**APOSTILA**

**DE**

**COMANDOS ELÉTRICOS.**

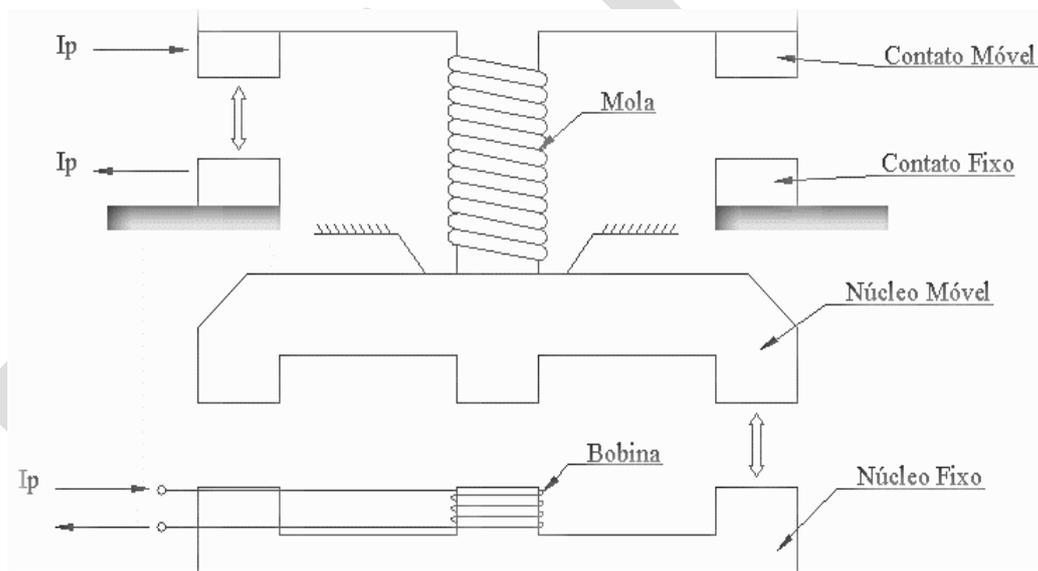
**PROF: SAMARA**

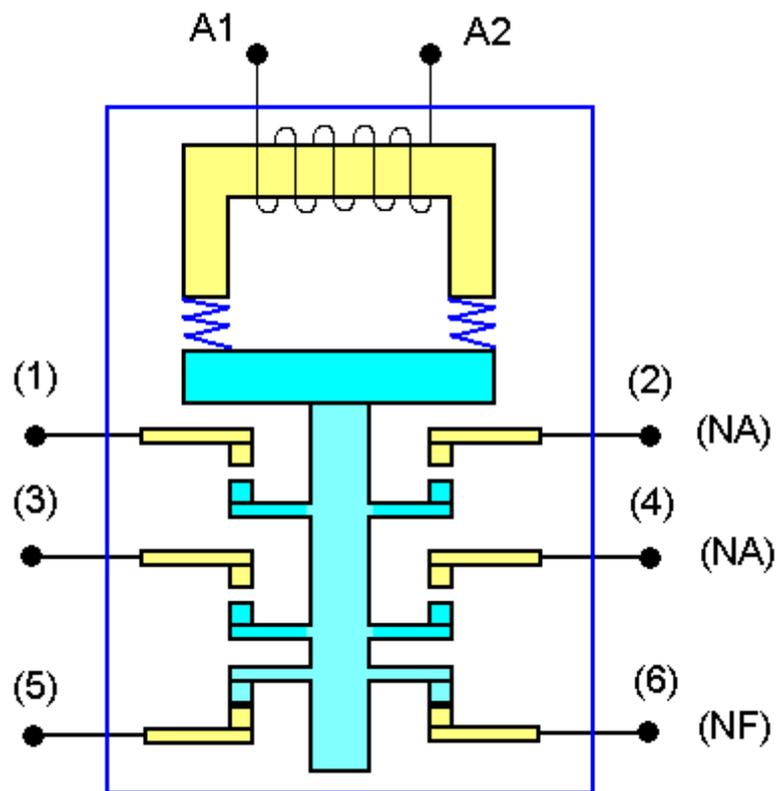
**2018.**

RUA TOMÉ DE SOUZA, 139 - SANTA CLARA - CEP 16402-117 - LINS/SP  
WHATSAPP: (14) 99847-9913 - [www.escolamite.com.br](http://www.escolamite.com.br)

## 1. CONTADORES.

Contator é um dispositivo eletromagnético que liga e desliga um circuito elétrico, usado preferencialmente para comandos elétricos automáticos à distância. É constituído de uma bobina que quando alimentada cria um campo magnético em uma bobina que está alojada no núcleo fixo que por sua vez atrai o núcleo móvel que fecha o circuito, na estrutura do contator são fixados contatos normal aberto ou fechado que quando acionado trocam seu status. Cessando alimentação da bobina, desaparece o campo magnético, provocando o retorno do núcleo através de molas, isso faz com que os contatos troquem novamente de status.





São dispositivos de manobra mecânica, acionados eletromagneticamente e construídos para uma elevada frequência de operação.

O contatores é um dispositivo de comando usado preferencialmente no acionamento de motores, podendo ser utilizado individualmente ou acoplado a reles de sobrecarga, como os de proteção de sobrecorrente, falta de fase entre outros, podem ser usados para intertravamento de lógicas e partidas indiretas de motores. Basicamente, existem dois tipos de contatores, os contatores para motores e contatores auxiliares.

**OBS:** Os contatores para motores e os contatores auxiliares são basicamente semelhantes. O que os diferencia são algumas características mecânicas e elétricas.

Basicamente existem 4 categorias de emprego de contatores principais:

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

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

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

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

### **1.1 CONTADORES PARA MOTORES.**

Os contadores para motores são produzidos com a finalidade de energizar um motor elétrico, mas podem ser usados para outros fins desde que obedecidos seus critérios, esses tipos de contadores possuem normalmente apenas o jogo de contato principal trifásico e apenas um contato auxiliar normal aberto para ser usado com selo. Os contadores para motores possuem as seguintes características:

- Dois tipos de contatos com capacidade de carga diferente (contatos principais e auxiliares).
- São contadores que possuem três contatos principais, L1, T1, L2, T2, L3, T3).
- Normalmente possuem um contato auxiliar normal aberto para ser usado como selo.
- Usado para alimentar motores elétricos trifásicos.
- Possuem encaixe para conectar blocos com contatos auxiliares.
- Maior robustez de construção.
- Possibilidade de receber reles de proteção.
- Existência de câmara de extinção de arco voltaico.
- Tamanho físico de acordo com a potência a ser comandada.

## **1.2 CONTADORES AUXÍLIARES.**

Os contadores auxiliares são utilizados para aumentar o número de contatos auxiliares dos contadores de motores, para comandar contadores de elevado consumo na bobina, para evitar repiques em lógicas, para sinalização ou para auxiliar as lógicas de comando.

Os contadores auxiliares possuem as seguintes características:

- Tamanho físico variável conforme o número de contatos.
- Potência da bobina constante.
- São contadores que não possuem os contatos principais, (L1, T1, L2, T2, L3, T3).
- Possuem contatos normal aberto (final 3 e 4) e fechado (final 1 e 2).
- Usados para auxiliar lógica de controle, sinalização, ou qualquer outro acionamento que não necessite ser alimentados pelos contatos principais de um contador.
- Corrente nominal de carga máxima de 10 A para todos os contatos.
- Ausência de necessidade de relê de proteção e de câmara de extinção.

## **1.3 VANTAGENS DO EMPREGO DE CONTADORES.**

1. Comando á distância.
2. Elevado número de manobras.
3. Grande vida útil mecânica.
4. Pequeno espaço para montagem.
5. Garantia de contato imediato.

Tensão de operação de 85 a 110% da tensão nominal prevista para contador.



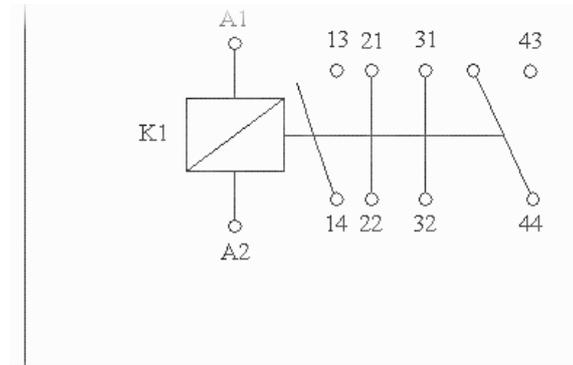
## **2. CONTATOS DE UM CONTATOR.**

### **2.1 CONTATOS DE POTÊNCIA.**

Os contatos de potência têm a função de estabelecer e interromper correntes de motores elétricos e chavear cargas resistivas ou capacitivas. O contato é realizado por meio de placas de prata por onde flui a corrente do motor, um contator é dimensionado de acordo com a corrente que sua carga requer, ou seja, se um motor consome a corrente de 50 A, será essa a corrente que passará pelos contatos de potência.

### **2.2 CONTATOS AUXILIARES.**

Os contatos auxiliares são dimensionados para comutação de circuitos auxiliares para comando, sinalização e intertravamento elétrico. Eles podem ser do tipo normalmente aberto ou fechado de acordo com a sua função. Para a identificação da função do contato basta olhar sua numeração, onde contatos com final 1 e 2 são normalmente fechados, como por exemplo (11 e 12, 61 e 62 ou 71 e 72) ou qualquer outro contato desde que tenha final 1 e 2. Já o contato normalmente aberto segue o mesmo padrão, mas o final de número é 3 e 4 como por exemplo (13 e 14, 53 e 54 ou 83 e 84) ou qualquer outro contato com final 3 e 4. As outras formas são escritas como NF ou NC para normalmente fechados ou NA ou NO para normalmente abertos.



### **3. MOTORES ELÉTRICOS.**

Um motor elétrico é um dispositivo que transforma energia elétrica em energia mecânica, em geral energia cinética. Ou seja, num motor a simples presença da corrente elétrica, seja C.C ou A.C nos garante movimento em um eixo que pode ser aproveitado de diversas maneiras dependendo da aplicação do motor.

No campo dos acionamentos industriais, avalia-se que de 70 a 80% da energia elétrica consumida pelo conjunto de todas as indústrias seja transformada em energia mecânica através de motores elétricos. Isto significa que, admitindo-se um rendimento médio da ordem de 80% do universo de motores em aplicações industriais, cerca de 15% da energia elétrica industrial transforma-se em perdas nos motores.

Entre o fabricante e o usuário final deve existir uma estreita comunicação, de forma que seja feita uma correta seleção do motor a ser utilizado em cada aplicação. Fundamentalmente o processo de seleção de um acionamento elétrico, corresponde à escolha de um motor que possa atender a, pelo menos, três requisitos do utilizador:

- ✓ Fonte de alimentação: tipo, tensão, freqüência, simetria, equilíbrio, etc.
- ✓ Condições ambientais: agressividade, periculosidade, altitude, temperatura, etc.

✓ Exigências da carga e condições de serviço: potência solicitada, rotação, esforços mecânicos, configuração física, ciclos de operação, confiabilidade, etc.

A divisão em motores de corrente contínua e de corrente alternada é devida, obviamente, ao tipo de tensão de alimentação.

### **3.1 MOTORES AC (CORRENTE ALTERNADA):**

É o motor de grande maioria das aplicações, tem sua configuração mais econômica com a utilização de motores de indução de gaiola. Estima-se que 95% (em unidades) dos motores fabricados sejam deste tipo. Quando não há necessidade de ajuste e controle de velocidade e a potência é inferior a cerca de 500cv, sua utilização é amplamente dominante. Pode-se dizer que outros tipos de motores são utilizados somente quando alguma peculiaridade determina tal opção.

### **3.2 PARTES DE UM MOTOR ELÉTRICO.**

**3.2.1 Carcaça:** Normalmente feita em ferro, tem como finalidade dar formato e fixação para as outras partes que compõem o motor elétrico, suporte para fixação do motor em uma base, alojar o estator, as bobinas, a caixa de ligação os rolamentos que sustentam o eixo e o rotor, proteger o motor contra quedas, jatos d'águas etc.

**3.2.2 Estator:** Composto por três bobinas tem a função de dissipar toda a energia recebida em forma de campo magnético, produzindo assim um sentido de giro e torque para o rotor.

**3.2.3 Rotor:** Parte girante do motor tem como função absorver o campo magnético gerado pelo estator e fornecer energia mecânica ao eixo do motor.

**3.2.4 Caixa de ligação:** Alojar as ligações elétricas e protege-lás.

**3.2.5 Eixo:** Disponibilizar energia mecânica para ser conectada a um equipamento.

**3.2.6 Tampa traseira:** Proteger o motor e o ventilador exaustor.

**3.2.7 Ventilador:** Resfriar o motor.

**3.2.8 Placa de identificação:** Fornecer ao técnico todas as características de um motor, tais como potência, rotação, tensão de trabalho entre outras.

A última característica importante do motor de indução a ser citada é a sua placa de identificação, que traz informações importantes, listadas a seguir:

**CV:** Potência mecânica do motor em cv ou em alguns casos HP.

**Ip/In:** Relação entre as correntes de partida e nominal;

**Hz:** Frequência da tensão de operação do motor;

**RPM:** Velocidade do motor na frequência nominal de operação

**V:** Tensão de alimentação

**A:** Corrente requerida pelo motor em condições nominais de operação

**F.S.:** Fator de serviço, quando o fator de serviço é igual a 1,0, isto implica que o motor pode disponibilizar 100% de sua potência mecânica.

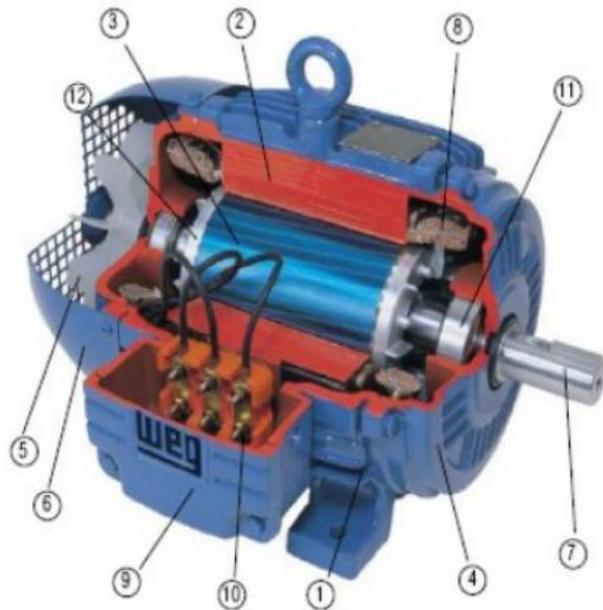
Principais Partes
Rotor Estator

Estator
Carcaça(1) Núcleo de Chapas(2) Enrolamento Trifásico(8)

Rotor
Eixo(7) Núcleo de Chapas(3) Barra de anéis de curto circuito(12)

**Motor de Indução Trifásico**

### **3.3 MOTOR COM FREIO.**

Os motores com freio (motofreio) são utilizados em equipamentos onde são necessárias paradas rápidas por questão de segurança, posicionamento, tais como: Máquinas ferramentas, gráficas, pontes rolantes, transportadoras. O freio de um motor é composto de dois discos fixos no eixo e um conjunto de pastilhas que são acionadas ou desacionadas pela fonte 24 VDC.

A forma mais fácil de identificar este motor é verificando o formato de sua tampa traseira que é maior do que um motor convencional, outra forma é verificar se na caixa de ligação do motor à uma fonte 24 VDC.

Esses motores podem possuir freio de duas formas:

1. Normal freado (fechado); quando o motor estiver desligado o freio fica acionado (motor freado) e quando energiza o motor, energiza-se também a fonte que libera o funcionamento do motor.
2. Normal aberto; neste modelo quando não a alimentação no motor (fonte) ele fica livre para giro, e quando alimentado a fonte ele trava o eixo. Utilizados em motores com grandes inércias onde não pode ser freado rapidamente, sendo acionados somente quando o motor já tiver diminuído sua rotação.



### 3.4 MOTOR DAHLANDER.

O motor trifásico de indução Dahlander é um motor de duas velocidades constantes e distintas normalmente a velocidade maior é sempre o dobro da menor, neste tipo de ligação o motor terá quatro ou dois pólos.

O rendimento e a potência do motor em velocidade maior é melhor do que em velocidade menor. O enrolamento Dahlander consiste em quatro ou seis bobinas, que podem ser combinadas de duas formas, porém não pode ser adaptado para duas tensões.

Apesar de já se ter muitos equipamentos auxiliares para a variação da velocidade de motores elétricos, o uso do **Motor Dahlander** ainda é viável economicamente para

aplicações onde se deseja apenas uma mudança discreta das velocidades. Este tipo de aplicação é muito útil para máquinas industriais, guindastes, transportadores e qualquer outro equipamentos que requer motor de indução trifásico com duas velocidades.

As velocidades mais utilizadas na conexão Dahlander são : Velocidades 500 / 1000; 750 / 1500; 1500 / 3000 (RPM), e as tensões disponíveis para estes motores são: 220 V, 380 V e 440 V.

### **Tipos de fechamento para motores Dahlander de dois ou quatro pólos.**

Os motores Dahlander são motores cujas bobinas são conectadas de forma diferente do motor convencional.

Para o funcionamento do motor em quatro pólos, ligar os terminais U,V e W e isola os terminais X,Y e Z.

Para o funcionamento do motor em dois pólos, fechar os terminais U,V e W entre si e energiza os terminais X,Y e Z na rede.

Em resumo para menor velocidade alimenta-se o motor em U,V e W, deixando os terminais X,Y e Z abertos. Para maior velocidade unem-se os terminais U,V e W entre - si e alimenta-se o motor em X,Y e Z.

### **OBSERVAÇÃO.**

Segundo a norma VDE, os terminais podem ser ligados pelas letras Ua, Va e Wa, equivalendo a U,V e W e Ub, Vb e Wb, equivalendo a X,Y e Z.

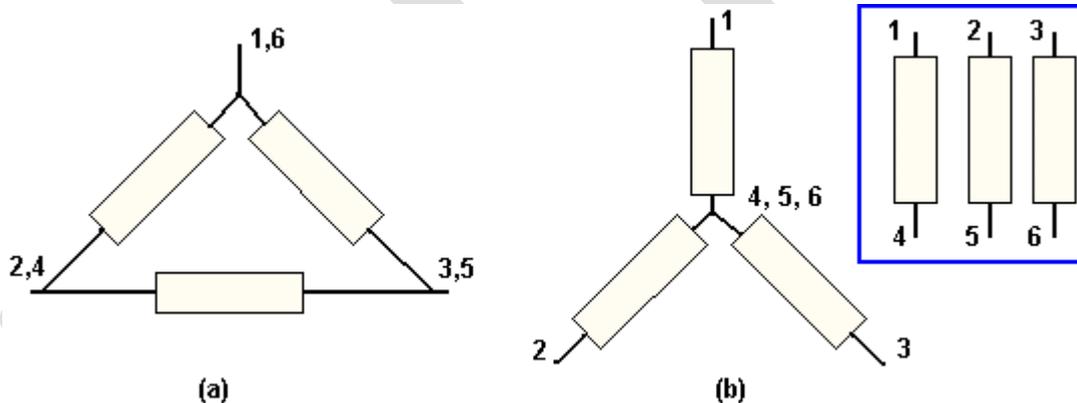
#### 4. ESQUEMA DE LIGAÇÃO DE UM MOTOR TRIFÁSICO.

Os motores de indução podem dispor de 6 pontas e 12 pontas normalmente numerados de um a doze, também existe um código de letras (U,V,W) referentes a numeração, sendo padronizados a relação ente números e letras da seguinte forma:

1=U1,      2=V1,      3=W1,      4=U2,      5=V2,      6=W2  
7=U3,      8=V3,      9=W3,      10=U4,      11=V4,      12=W4

No caso do motor de 6 pontas existem dois tipos de ligação que conseqüentemente podem ser ligados em duas tensões distintas, uma  $\sqrt{3}$  maior que a outra.

Tomemos como exemplo o motor mais comum de seis pontas com sua alimentação podendo ser em 220 ou 380 volts, podem ser encontrados também motores de seis pontas para as tensões de 380/660 Volts e 440/760 volts.



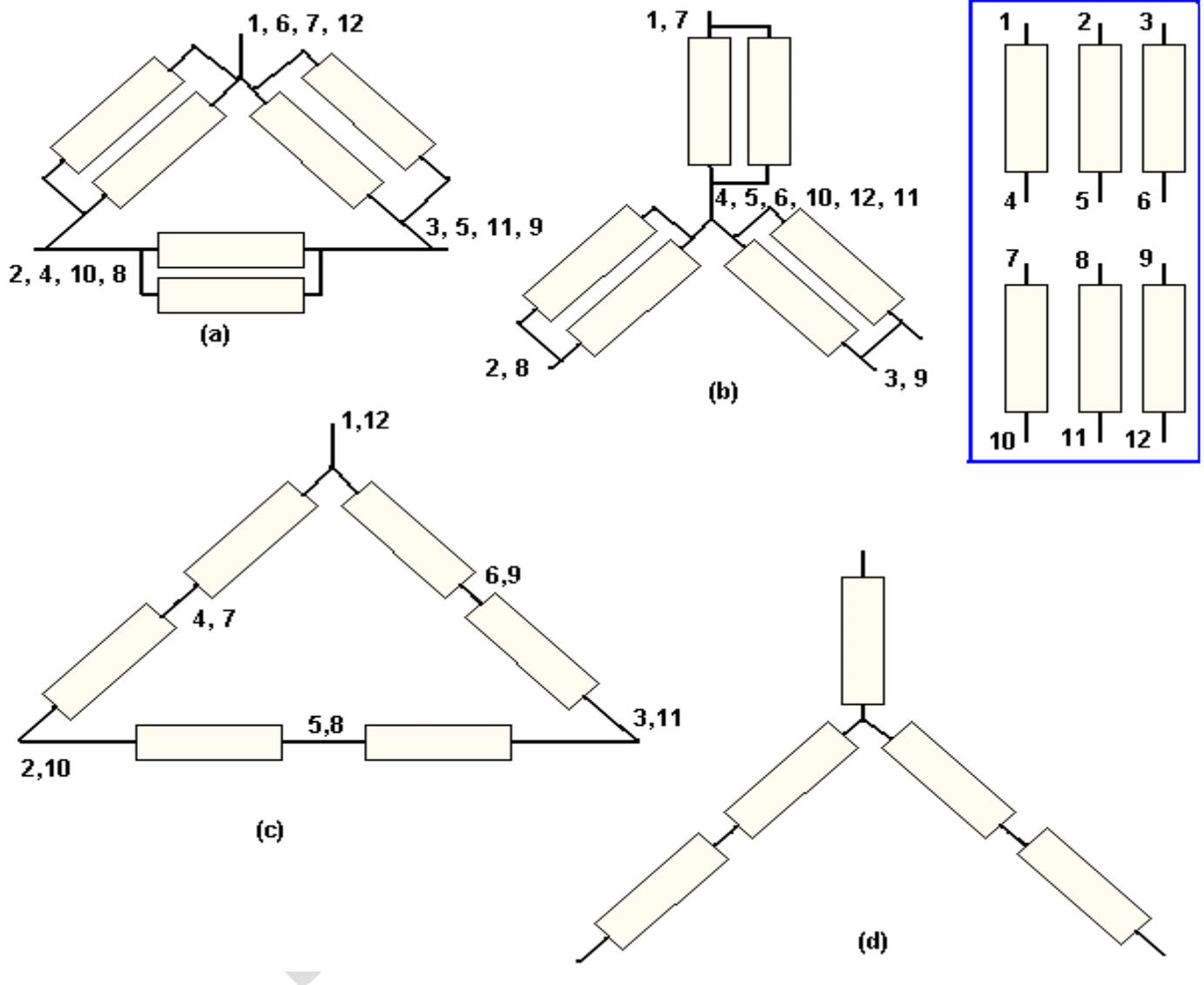
No motor de seis pontas temos dois fechamentos possíveis:

**Triângulo:** a tensão nominal é de 220 V, (ver figura a).

**Estrela:** a tensão nominal é de 380 V, (ver figura b)

Nos motores de doze pontas há possibilidade de ligação em quatro tensões distintas padronizadas em 220/380/440/760 volts.

Como pode ser observado na figura, o fechamento triângulo em paralelo: a tensão nominal é 220 V, estrela em paralelo: a tensão nominal é 380 V, Triângulo em série: a tensão nominal é 440 V e Estrela em série: a tensão nominal é 760 V.

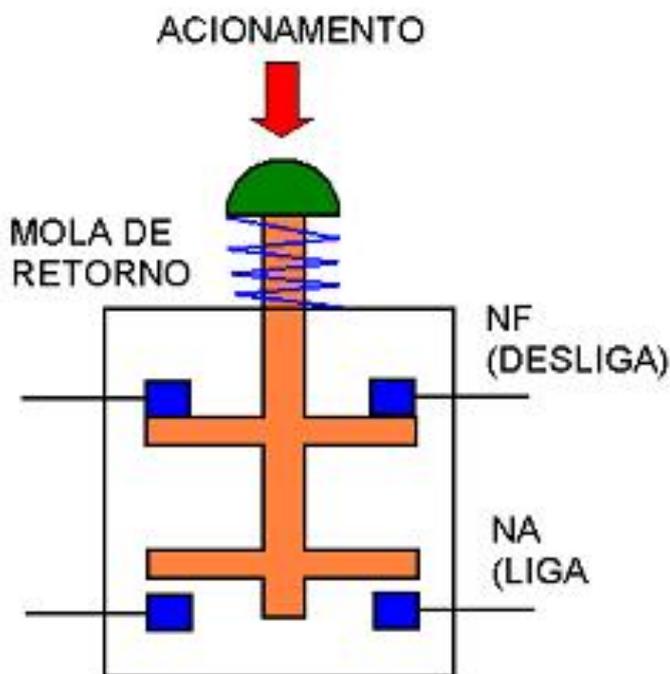


Nota-se que nas figuras são mostradas as quantidades de bobinas constituintes de cada motor. Assim um motor de 6 pontas tem 3 bobinas e um de 12 pontas tem 6 bobinas. Como cada bobina tem 2 pontas, ou seja, o motor com três bobinas possui seis pontas e o

motor de seis bobinas possui doze pontas, onde a união dos contatos segue uma determinada ordem padrão.

## 5. BOTOEIRAS.

As botoeiras são os interruptores industriais para painéis e máquinas usados para acionar dispositivos elétricos.



### 5.1 BOTOEIRA SELETORA.

Botoeira usada para acionar várias cargas ou lógicas através do mesmo botão, mas é possível acionar apenas um circuito por vez.

Sua maior desvantagem é que em uma falta de energia ela não abre o contato, sendo assim quando a energia retornar o circuito já está fechado e alimentado.



### **5.2 BOTOEIRA SECCIONADORA.**

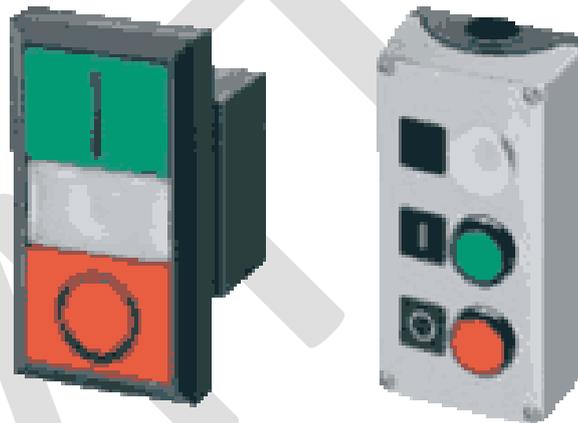
Neste tipo de botoeira o circuito fica alimentado pela botoeira, como grande desvantagem em uma falta de energia ela também não abre o contato. Possui pequena vida útil devido ao esforço mecânico.



### 5.3 BOTOEIRA DE IMPULSO (PULSO).

É a botoeira mais usada no meio industrial podendo ser normal aberta ou fechada, possui uma mola interna que quando acionada abre ou fecha contato e quando retirada a força de atuação volta ao seu status de repouso.

Para acionamento de circuitos elétricos é necessário um contato de selo para manter energizado o circuito.



### 5.4 BOTOEIRA DE EMERGÊNCIA.

São botoeiras do tipo seccionadora com seus contatos normalmente fechados, tem a função de quando acionada, retirar toda a alimentação elétrica do painel de comando, sendo necessário para a reenergização do painel uma nova ação do operador. Podem possuir alguns acessórios, como chave com trava mecânica, movimentos giratórios, entre outros.

OBS: Deve ser o primeiro dispositivo a ser checado em um painel.



## 6. SINALIZAÇÃO.

Para que um operador saiba o que está acontecendo com o equipamento que está operando é necessário que tenha uma indicação de forma rápida e fácil de mensagens que indiquem se a operação está se realizando dentro dos padrões esperados ou não. Isso na maioria das vezes é feito por meio de sinalização. Outro motivo para sinalização de painéis é que na maioria das vezes os painéis de controle ficam a distância do equipamento isso não oferece uma visualização do equipamento para operador.

A sinalização é realizada por meio de buzinas, campainhas ou por sinalizadores luminosos. Na maioria das vezes se faz uso a sinalização luminosa por ser mais rápida a visualização.



### **6.1 PADRÃO DE CORES PARA SINALIZAÇÃO LUMINOSA.**

**VERMELHO:** (Condição anormal), indicação de que a máquina está paralisada por atuação de um dispositivo de proteção, sobrecarga por exemplo.

**AMARELO:** (Atenção ou cuidado), o valor de uma grandeza (corrente, temperatura) aproxima-se de seu valor limite.

**VERDE:** (Máquina pronta para operar), todos os dispositivos auxiliares funcionam e estão prontos para operar, todos os parâmetros monitorados estão nos valores especificados.

**BRANCO:** (Circuito sob tensão e operação normal), chave principal na posição liga, acionamentos individuais e dispositivos auxiliares operando.

**AZUL:** Todas as funções para as quais não se aplicam as cores acima.

## **7. PARTIDA DIRETA DE UM MOTOR TRIFÁSICO.**

Os motores podem ser submetidos à vários tipos de partida direta e indireta que fornecerão picos de correntes diferentes, desta forma podemos escolher qual a melhor

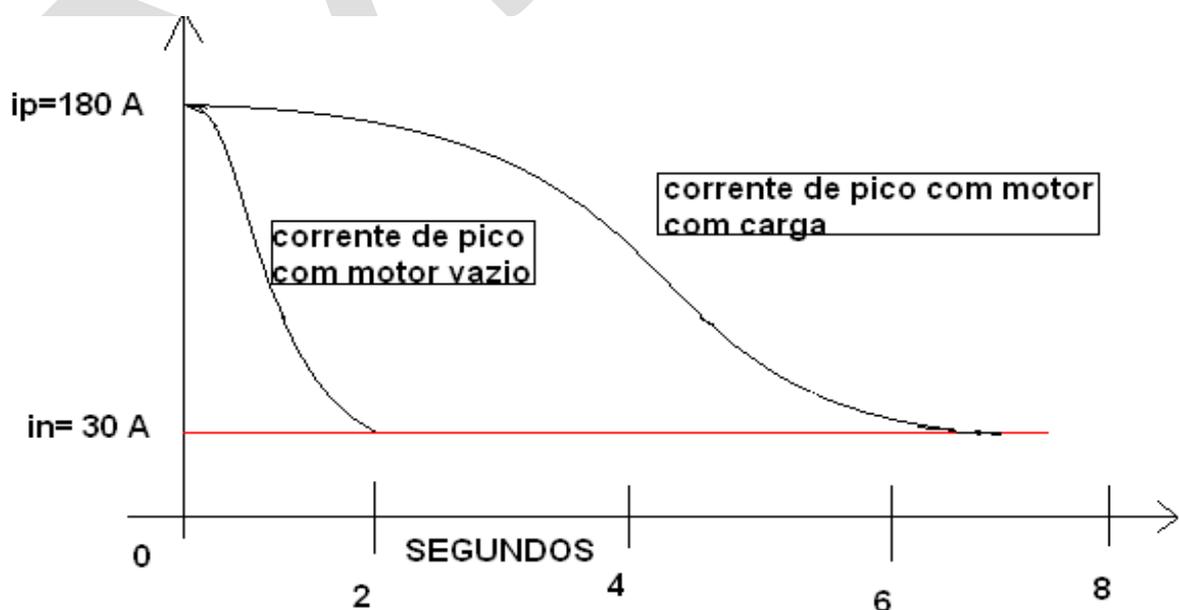
partida para cada caso específico levando em consideração o tipo do motor e da carga em seu eixo. Dentre as partidas diretas temos a própria partida direta ou partida direta com reversão, entre as indiretas temos a partida estrela triângulo, compensadora entre outras.

Na partida direta a motor parte a plena tensão e sua corrente de pico é de cinco a oito vezes a corrente nominal.

Corrente nominal é a corrente consumida pelo motor em regime permanente de trabalho, normalmente coincide com o valor fixado à placa do motor e corrente de pico é a

quantidade de corrente a mais que a nominal necessária para o motor iniciar a rotação no eixo.

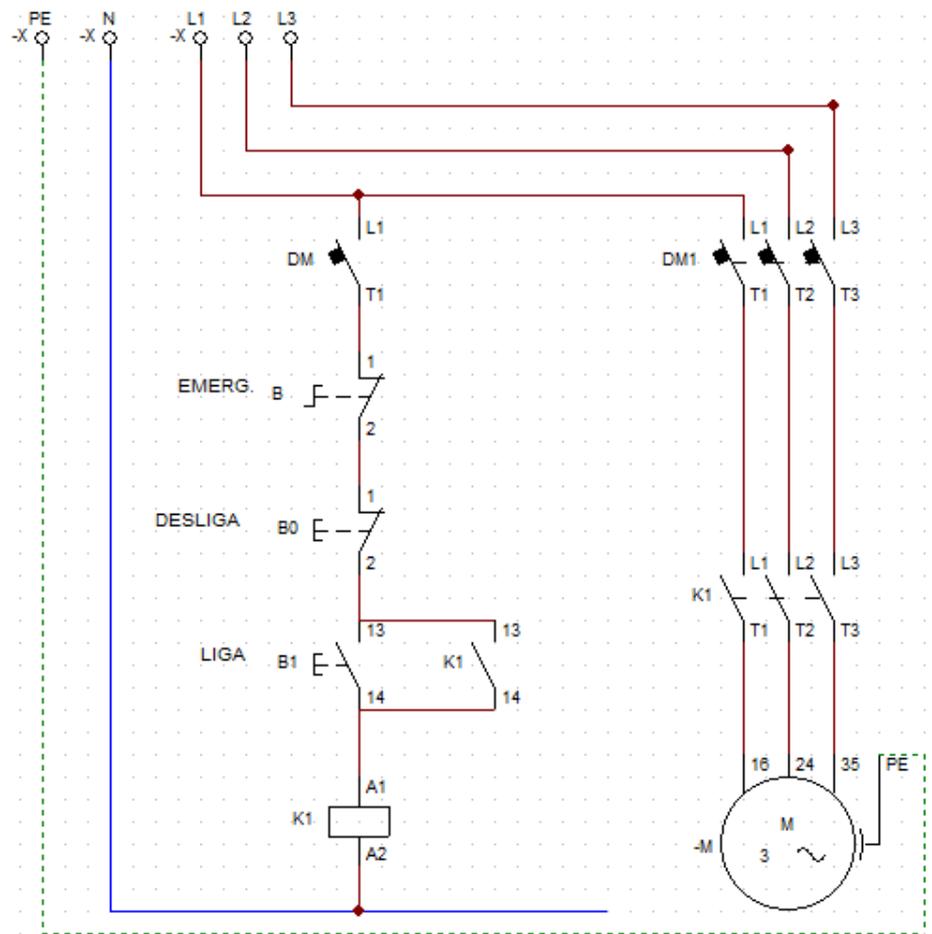
Para cargas diferentes a corrente de pico continua a mesma, pois a carga não influencia no valor do pico de corrente do motor, mas influencia diretamente no tempo de aceleração do motor, ou seja, quanto mais carga no eixo o motor possuir maior é o seu tempo para aceleração e de corrente de pico.



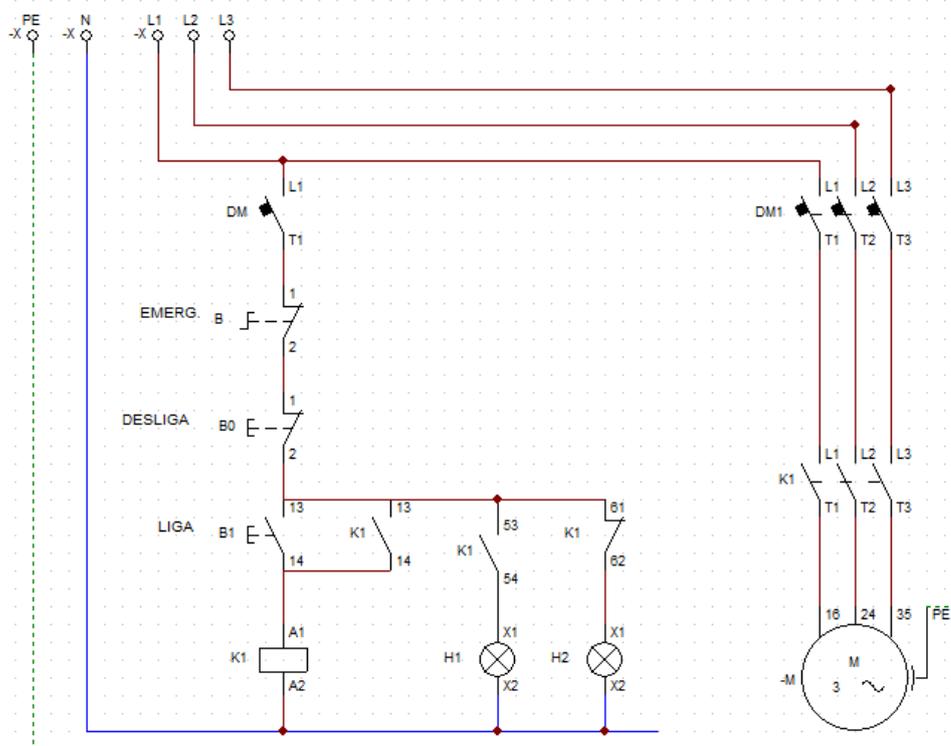


*ESCOLA TÉCNICA MITE - LINS.*

De acordo com as norma 5410 da ABNT um motor só pode partir direto até a potência de 5 cv.



### 7.1 PARTIDA DIRETA COM INDICAÇÃO DE MOTOR LIGADO E DESLIGADO.

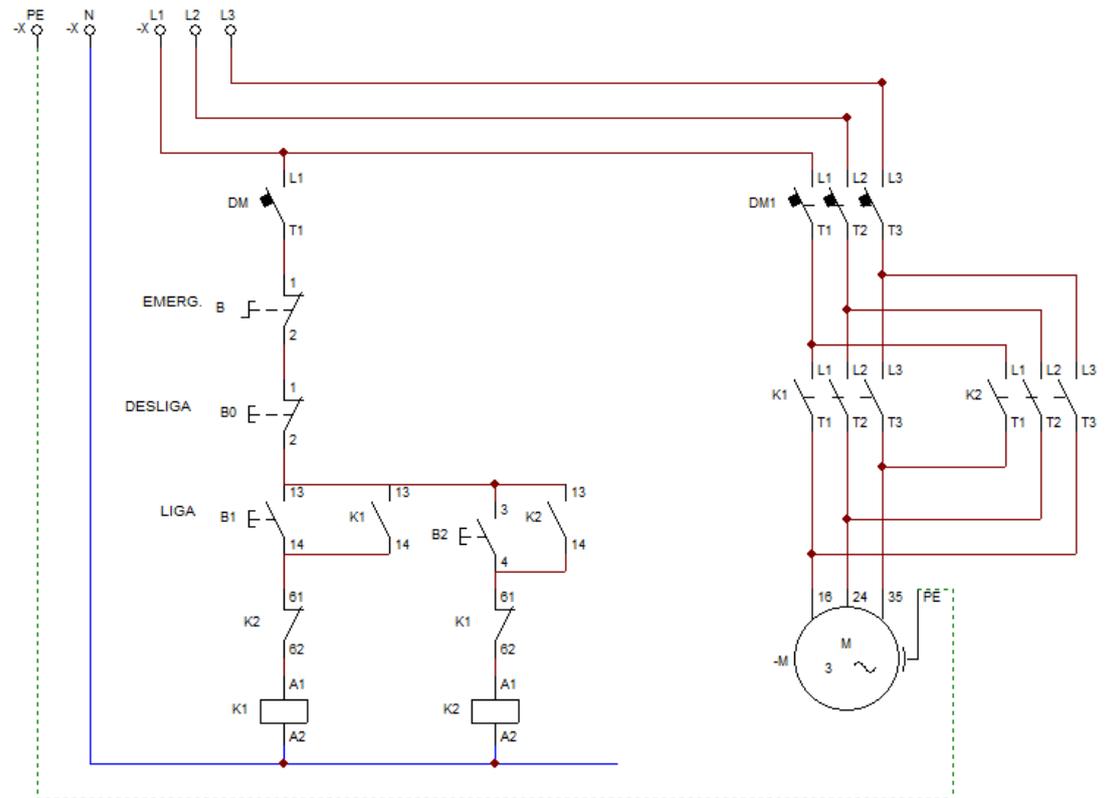


### 8. REVERSÃO DE ROTAÇÃO DE MOTORES TRIFÁSICOS.

Quando há necessidade de controlar o movimento de avanço ou retorno de um dispositivo motorizado de uma máquina, emprega-se normalmente o sistema de reversão de rotação.

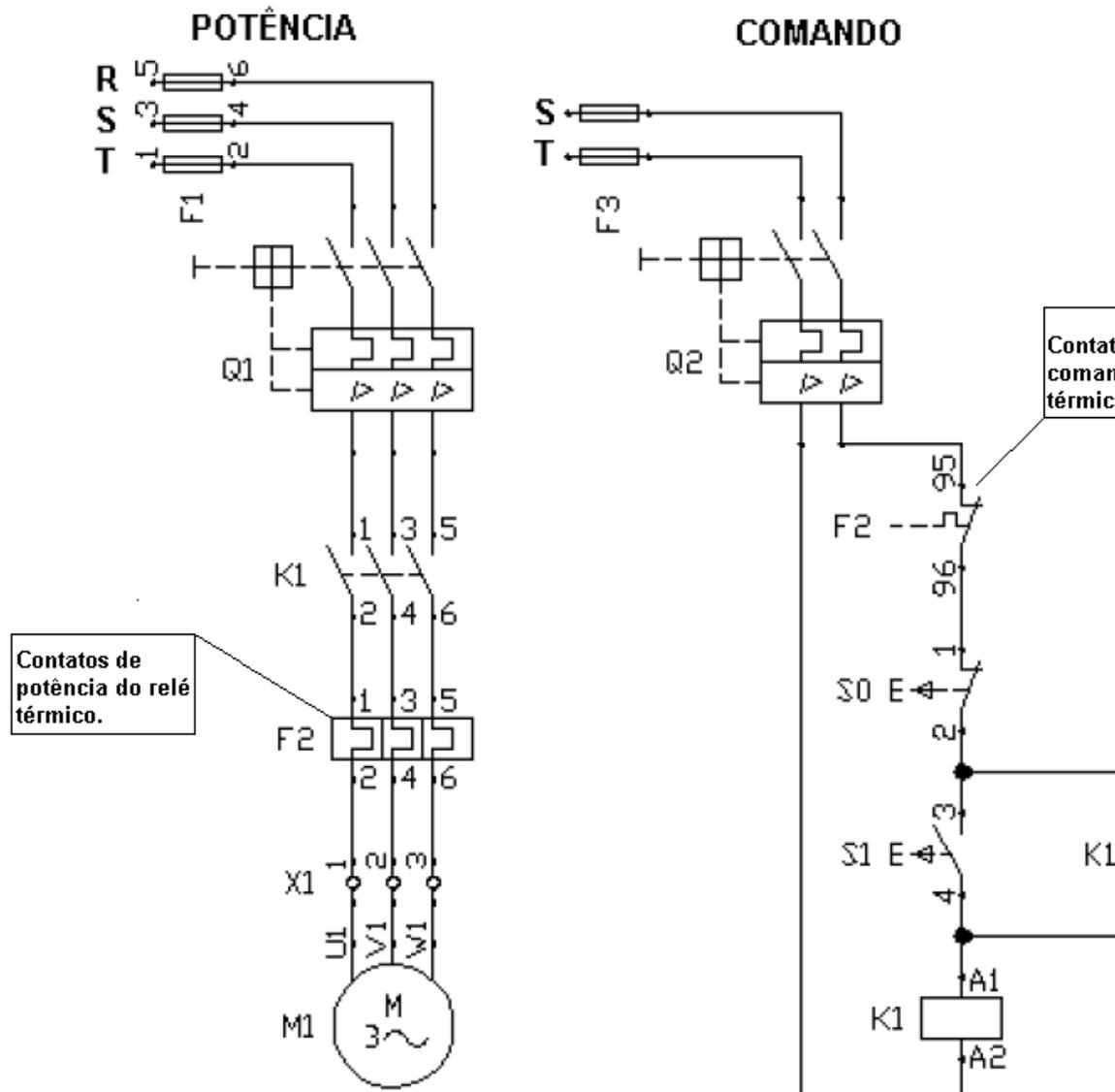
A reversão é feita pela inversão de duas fases de alimentação. Este trabalho é realizado por dois contatores comandados por duas botoeiras cujos acionamentos fornecem rotações nos sentidos horários e anti-horários.

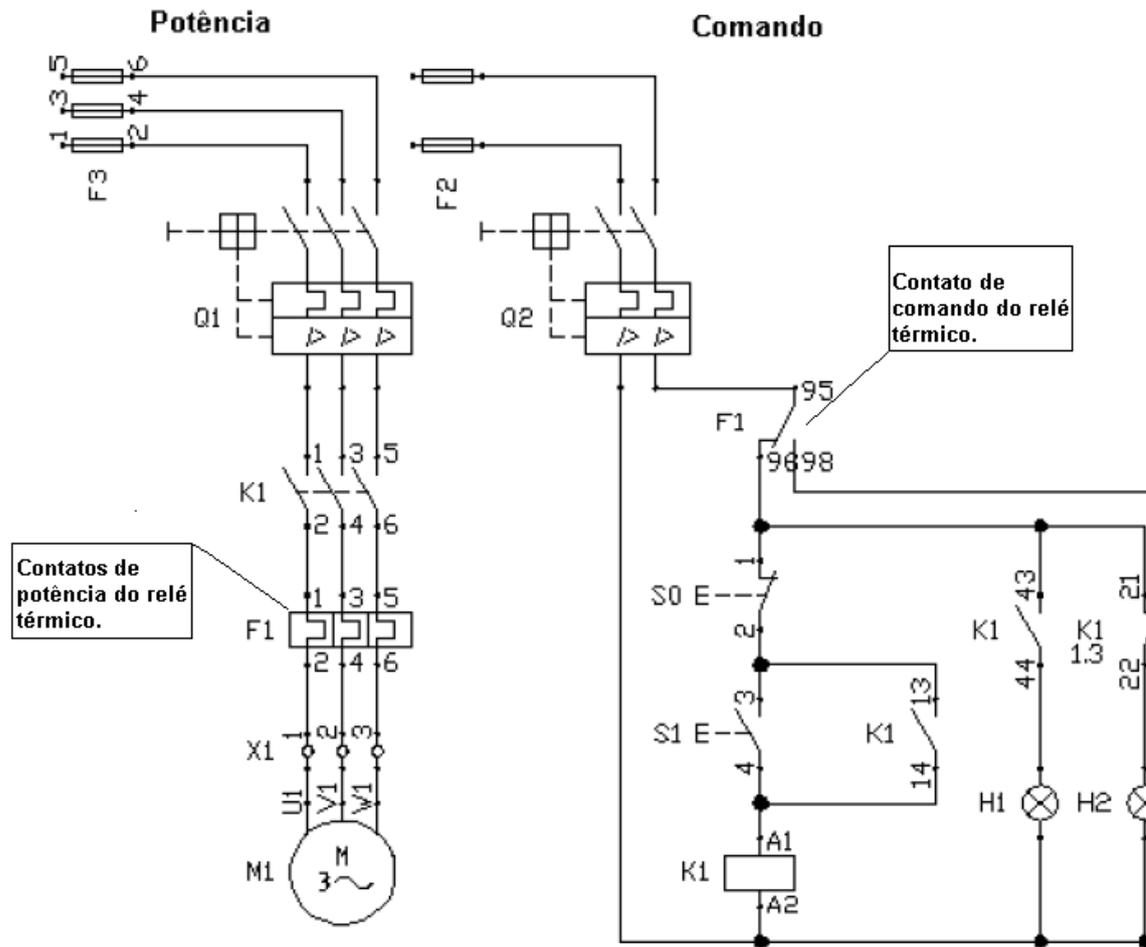
#### 8.1 PARTIDA DIRETA COM REVERSÃO.



## 8.2 PARTIDA DIRETA COM REVERSÃO E INDICAÇÃO.



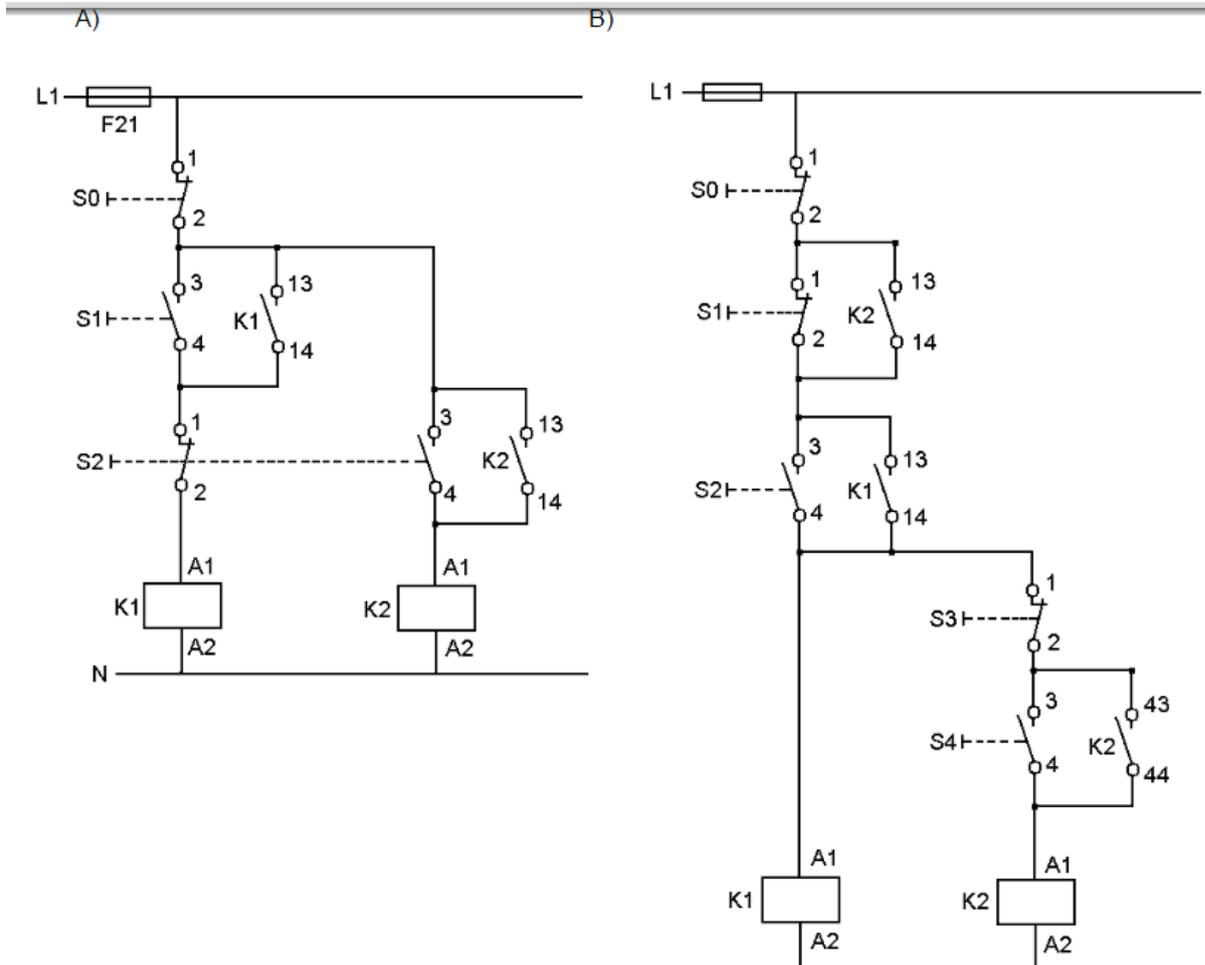




### **10. EXERCÍCIOS:**

1. Faça o circuito de comando para acionar um motor de indução trifásico, ligado em 220 V, de forma que o operador tenha que utilizar as duas mãos para realizar o acionamento.
2. Duplo acionamento: Em uma máquina existem dois operadores trabalhando, sendo que cada um possui um botão liga, um desliga e um botão de emergência, cada operador pode ligar, desligar ou acionar a emergência da máquina sem a intervenção do outro. Desenvolva o comando que atenda esta necessidade.
3. Faça o circuito de comando para dois motores de forma que o primeiro pode ser ligado de forma independente e o segundo pode ser ligado apenas se o primeiro estiver ligado e quando desliga o primeiro ou o segundo desliga os dois.
4. **Desafio:** Faça um comando para manobrar dois motores de modo que o primeiro pode ser ligado de forma independente. O segundo pode ser ligado apenas quando o primeiro for ligado, mas pode se mantiver ligado mesmo quando se desliga o primeiro motor.
5. Faça o circuito de comando que atenda a seguinte necessidade; Há três motores que são ligados e desligados separadamente, mas existe a restrição onde só pode ligar um motor de cada vez, não é possível que dois ou mais motores funcionem no mesmo período, ou seja, se o primeiro estiver ligado, o operador não consegue aciona o segundo e o terceiro motor e assim sucessivamente.

6. Explique o funcionamento dos circuitos abaixo.



11. CHAVE AUXILIAR TIPO FIM DE CURSO.

São dispositivos auxiliares de comando usados para acionar contadores, válvulas solenóides e circuitos de sinalização. São constituídos por uma alavanca ou haste com ou sem roldana na extremidade cuja função é transmitir movimento aos contatos elétricos a fim de abri-los e fechá-los.

As chaves fim de curso dependem de uma ação mecânica para acionar seus contatos. Seu movimento pode ser retilíneo ou angular, na maioria das vezes seu retorno a posição de repouso é por efeito de uma mola.

APLICAÇÕES TÍPICAS.

- Determinação de pontos de parada para elevadores.
- Produção de seqüência de operação.
- Sinalização.
- Paradas de emergência.
- Células robotizadas.

