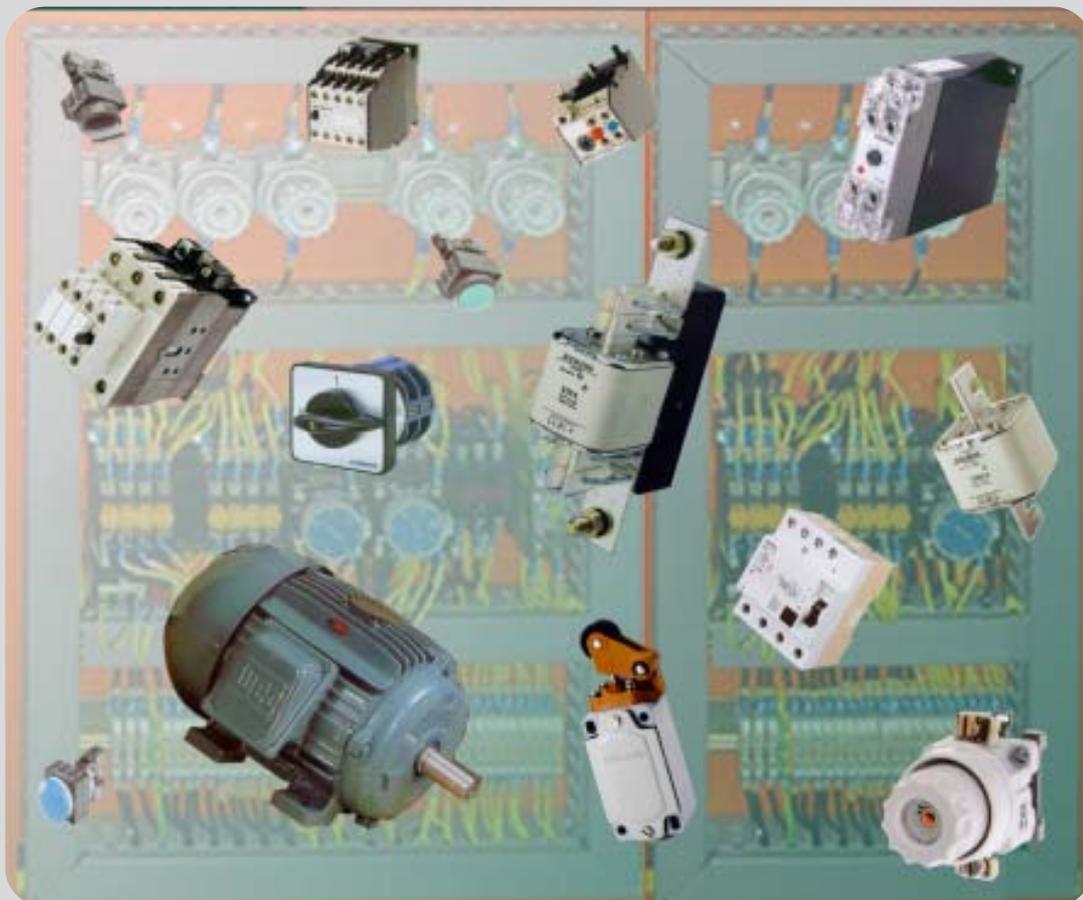


DLB MAQCE - COMANDOS ELÉTRICOS



LIVRO DE TEORIA E PRÁTICA

Apresentação

O livro “Comandos Elétricos” tem como objetivo dar subsídios teóricos e facilitar as atividades práticas propostas na Bancada Didática de Treinamento em Comandos Elétricos.

O livro foi organizado em duas unidades de estudos;

- Estudo Teórico; e
- Atividades Práticas.

A unidade de estudo “*Estudo Teórico*”, apresenta de forma simples, direta e com uma linguagem didática, os conteúdos teóricos do assunto “Comandos Elétricos”, tais como; componentes de comandos, sinalização, acionamentos e segurança. Serão estudados também diagramas elétricos com a simbologia normalizada e diversos tipos de partidas e formas de acionamentos de motores elétricos.

A unidade “Atividades Práticas” têm como objetivo complementar a teoria estudada, comprovando os conceitos teóricos nas montagens dos componentes no painel de comandos elétricos.

Desejamos uma boa sorte e um excelente aprendizado aos alunos que queiram se aventurar nesta viagem, no mundo da eletroeletrônica industrial.

© Schooltech, 2002

Esse livro é parte integrante do “Painel Didático de Treinamento em Comandos Elétricos”

Comandos Elétricos: Teoria e Atividades Práticas

Elaboração e editoração: Airton Almeida de Moraes

Revisão técnica: Davi Almeida Moraes

Capa: Montagens com fotos de catálogos da Siemens e Weg

.....

Estudo Teórico

.....

Fusíveis industriais

Muitas vezes ouvimos dizer que um curto-circuito provocou um incêndio num prédio, indústria ou residência. Isso poderia ser evitado se os circuitos elétricos desses lugares estivessem protegidos por componentes de proteção devidamente especificados.

Neste capítulo você vai estudar um dos componentes de proteção utilizado em comandos elétricos, os fusíveis industriais.

Esses componentes são de suma importância nos circuitos de comandos industriais, pois cabe a eles a proteção dos componentes e fiação que compõe o circuito.

Você vai descobrir que esses tipos de fusíveis, apresentam algumas características que os diferem de outros fusíveis utilizados em circuitos prediais por exemplo.

Para complementação de estudo deste capítulo é necessário que você tenha acesso à catálogos técnicos desses componentes.

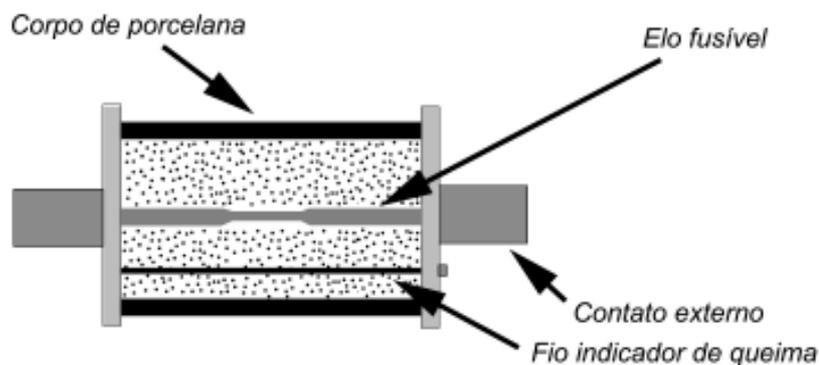
Fusível industrial é um componente elétrico de proteção, com a função de interromper a circulação da corrente elétrica num circuito, mediante curto-circuito ou sobrecarga de longa duração.

Esse componente é composto basicamente de um corpo de material isolante, normalmente porcelana de alta resistência mecânica, dois contatos externos para conexão ao circuito, e internamente, um elemento metálico chamado elo fusível, responsável pela interrupção da circulação de corrente elétrica no circuito.

Esse elo fusível fica hermeticamente fechado e envolvido por areia quartzo com a finalidade de interromper o arco voltáico que surge no momento da queima do elo fusível.

Esses fusíveis possuem também um indicador de atuação, ou seja, no momento que o fusível é “queimado” devido um curto-circuito, por exemplo, um fio esticado posicionado próximo ao elo fusível é interrompido e um indicador externo é acionado sinalizando que esse fusível está danificado, ou o circuito sofreu alguma anomalia.

A figura a seguir ilustra esse componente e suas partes.



Os fusíveis industriais se dividem em dois modelos: Fusíveis NH e Fusíveis Diazed. São especificados conforme a necessidade e tipo de circuito que vão proteger.

A foto que segue ilustra esses dois modelos de fusíveis industriais.



Fonte: Catálogo Siemens

Especificações técnicas

Para a especificação desses componentes num determinado circuito são necessários os seguintes dados: Corrente nominal, tensão nominal e capacidade de interrupção.

A **corrente nominal** é aquela que ao circular pelo fusível não causa a interrupção do elo-fusível. Esse valor de corrente pode circular por tempo indeterminado que não ocorrerá a interrupção da circulação de corrente elétrica no circuito.

O valor especificado de **tensão nominal** determina a tensão máxima que o fusível pode ser submetido para operar sem causar danos na sua isolação.

A **capacidade de interrupção** determina o valor máximo da corrente de curto-circuito que o fusível é capaz de interromper trabalhando na tensão nominal.

Tipos de fusíveis industriais

Os fusíveis industriais são fabricados em dois tipos, conforme o tempo de atuação; Ação Rápida ou Ação Retardada.

Os **Fusíveis de Ação Rápida** são utilizados onde a corrente do circuito em todos os momentos é inferior ao valor da corrente nominal do circuito e qualquer sobrecorrente deve ser interrompida imediatamente, como por exemplo circuitos eletrônicos e resistivos.

Já os **Fusíveis de Ação Retardada**, quando submetidos a uma sobrecorrente só vão atuar se essa sobrecorrente prevalecer por alguns segundos. Esse tipo de fusível é recomendado para proteção de circuitos sujeitos a sobrecargas periódicas, como por exemplo circuitos com motores e capacitores.

Desta forma, os fusíveis industriais são utilizados somente como dispositivos de proteção contra curto-circuito nas redes dos circuitos elétricos industriais. Para proteção contra sobrecarga é utilizado um outro componente que ainda estudaremos.

Fusível Diazed

Os fusíveis Diazed são construídos com corpo cilíndrico como se pode ver na foto abaixo.



Fonte: Catálogo Siemens

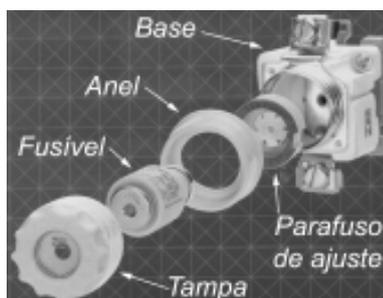
Para facilitar a identificação da corrente nominal do fusível, quando em operação em um circuito, o indicador de queima apresenta uma cor que define sua corrente nominal.

A tabela a seguir apresenta as cores normalizadas e as respectivas correntes.

Corrente Nominal (A)	Código de cor
2	Rosa
4	Marrom
6	Verde
10	Vermelho
16	Cinza
20	Azul
25	Amarelo

Para a conexão do fusível ao circuito é necessário a utilização dos seguintes acessórios: base, parafuso de ajuste, anel de proteção e tampa.

A foto a seguir ilustra esses componentes.



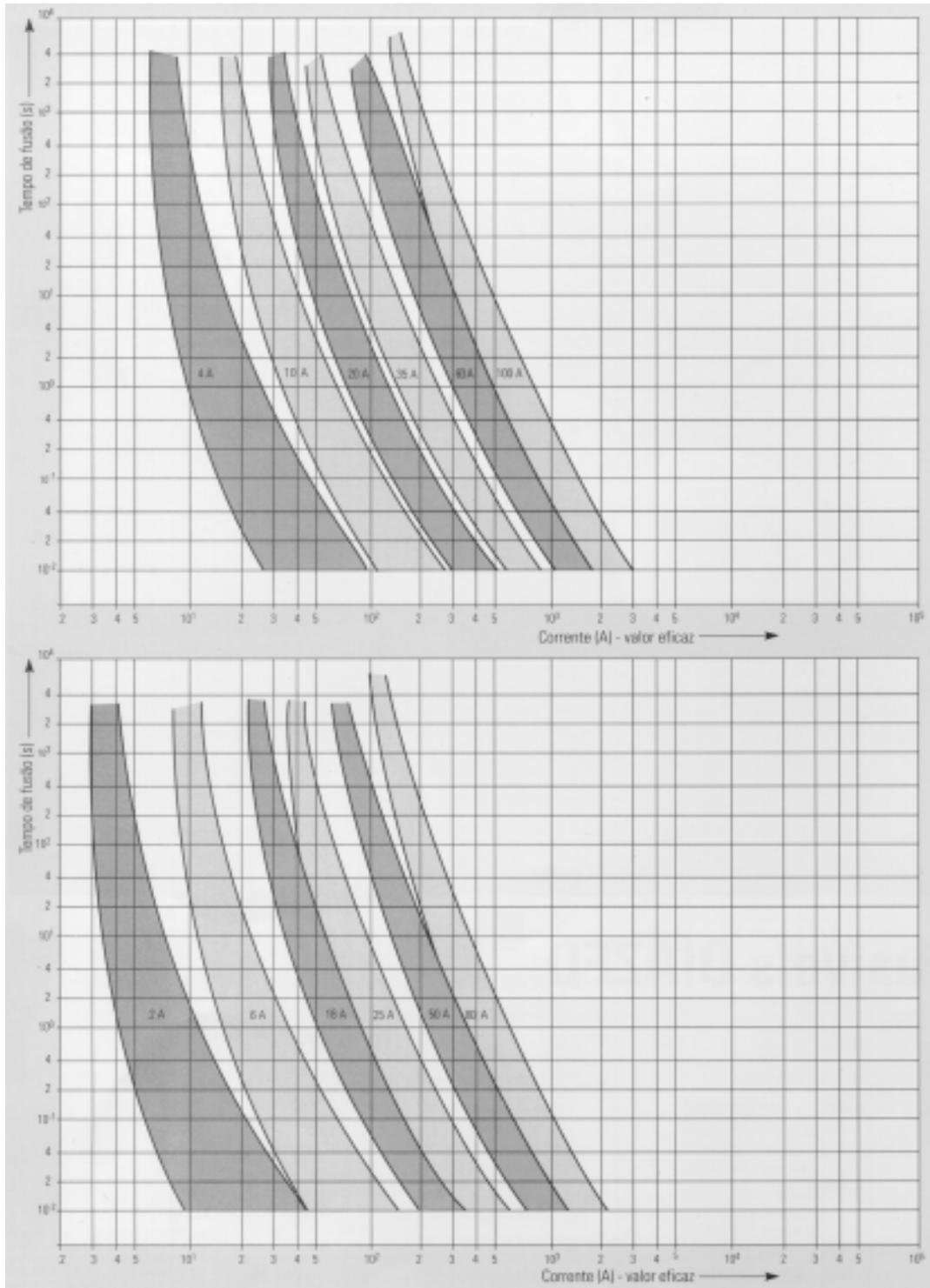
Fonte: Catálogo Siemens

A base tem como finalidade alojar o fusível. O parafuso de ajuste deve ter a mesma especificação do fusível e não permite que sejam colocados fusíveis com correntes nominais acima do especificado no circuito. O anel de proteção isola a parte metálica energizada da base e a tampa é o elemento que permite a colocação e retirada do fusível sem ter o contato humano com as partes energizadas do conjunto.

Pode ainda ser utilizada uma proteção adicional ao conjunto, a cobertura. A seguir é apresentado a foto de um conjunto com a tampa.



A fusão do elo-fusível de um diazed ocorre em função dos valores de corrente e tempo de circulação. O gráfico a seguir ilustra a curva característica desse componente com esses valores para os fusíveis da Siemens.



Fusível NH

Os fusíveis NH tem sua forma construtiva conforme foto a seguir.



Fonte: Catálogo Siemens

Para a utilização e conexão do fusível ao circuito é necessário a utilização da base. Para a manipulação do fusível utiliza-se o punho. As fotos a seguir ilustram esses componentes.



Fonte: Catálogo Siemens

Da mesma forma que ocorre com os fusíveis tipo diazed, os fusíveis NH obedecem uma curva característica traçada pelo fabricante para a fusão do elo fusível.

Fusível NH

Os fusíveis NH tem sua forma construtiva conforme foto a seguir.



Fonte: Catálogo Siemens

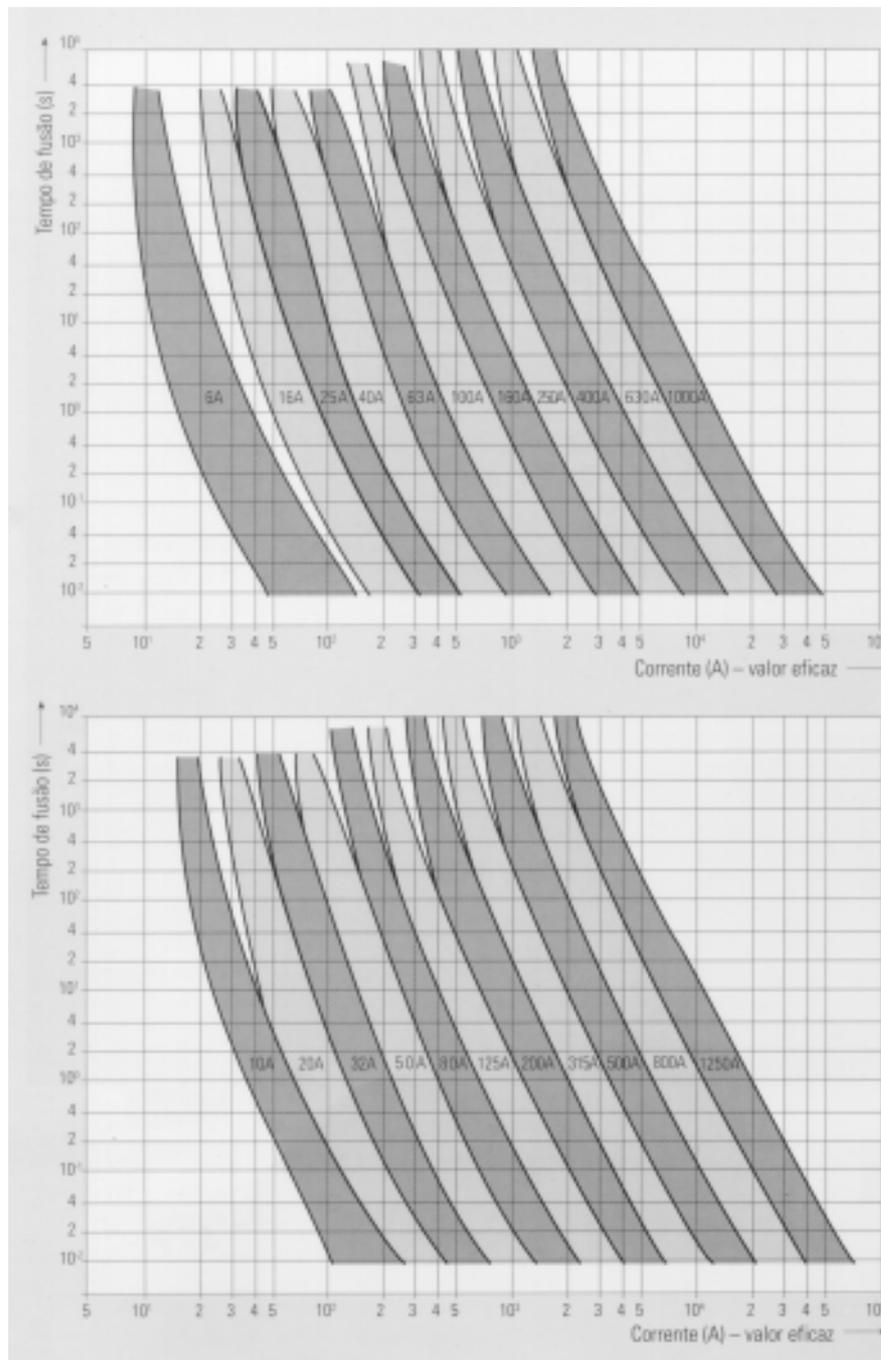
Para a utilização e conexão do fusível ao circuito é necessário a utilização da base. Para a manipulação do fusível utiliza-se o punho. As fotos a seguir ilustram esses componentes.



Fonte: Catálogo Siemens

Da mesma forma que ocorre com os fusíveis tipo diazed, os fusíveis NH obedecem uma curva característica traçada pelo fabricante para a fusão do elo fusível.

O gráfico a seguir ilustra a curva característica desse componente com esses valores para os fusíveis da Siemens.



Chaves seccionadoras manuais

A utilização de comandos automáticos, muitas vezes não é viável, pois o custo de uma instalação industrial com esses componentes é um pouco caro. Desta forma, pequenas e médias empresas podem optar pela instalação de chaves seccionadoras manuais.

As chaves seccionadoras manuais, são componentes de manobra eficiente e de baixo custo, utilizadas para a alimentação e manobras de motores.

Esse equipamento tem um papel de fundamental importância nos circuitos de comandos industriais, pois cabe a ele a alimentação, inversão de rotação ou outro tipo de manobra nos motores elétricos de um determinado sistema industrial.

Neste capítulo você vai estudar os tipos de chaves seccionadoras mais utilizadas nos acionamentos manuais de motores elétricos.

Para melhor compreensão deste capítulo, você deverá ter conhecimentos de instalações elétricas industriais .

Chaves seccionadoras manuais são componentes eletromecânicos, utilizados para manobras de motores elétricos.

Através de um sistema mecânico acionado manualmente pelo operador, contatos elétricos mudam de posição, desligando ou comutando o posicionamento desses contatos. Desta forma, é possível ligar e desligar um motor, inverter o sentido de rotação, mudar a velocidade e até mesmo criar um sistema de partida.

A foto abaixo ilustra uma chave seccionadora manual.



Seu funcionamento mecânico está baseado na utilização de cames acionados por um sistema rotativo. Quando o operador aciona o manípulo esses cames acionam os contatos elétricos mudando suas posições.

Especificações técnicas

Para a especificação de uma chave seccionadora num determinado circuito são necessários os seguintes dados: Corrente nominal, tensão nominal de serviço, tensão de isolamento e tipo de operação.

A **corrente nominal** é o valor de corrente que ao circular através dos contatos da chave seccionadora não causa nenhum dano, ou seja, é a máxima corrente que a chave suporta.

O valor especificado de **tensão nominal de serviço** determina a tensão máxima de trabalho para a chave operar com segurança.

A **tensão de isolamento** é a tensão máxima que a chave seccionadora pode ser submetida sem causar danos na sua isolamento.

Quanto ao **tipo de operação**, esse dado determina se a chave seccionadora opera com carga ou a vazio.

Tipos de chaves seccionadoras

As chaves seccionadoras podem ser divididas basicamente em dois tipos:

- Chave seccionadora com carga;
- Chave seccionadora sem carga.

A **chave seccionadora com carga** tem seu mecanismo e contatos elétricos projetados para uma interrupção de linha sem ou com uma circulação de corrente elétrica.

Esse tipo de chave é equipada com um dispositivo chamado “câmara de extinção de arco voltáico” e as molas que impulsionam o mecanismo no momento da manobra são projetados para proporcionar uma alta velocidade de comutação.

O outro tipo, **chave seccionadora sem carga**, foi projetada e especificada para operar sem carga, ou seja, sem a circulação de uma corrente elétrica nos seus contatos. Neste caso o tempo de comutação dos contatos depende da velocidade que o operador impõe no momento da manobra.

Chave reversora para motor monofásico

A chave reversora para motor monofásico, tem como funções básicas; ligar/desligar e inverter o sentido de rotação do motor monofásico.

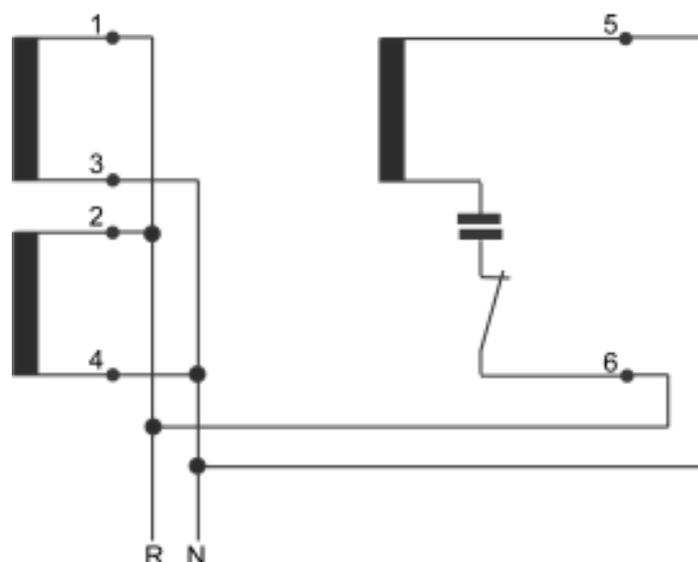
Essa chave possui três posições; desligada, esquerda e direita.

Na posição desligado todos contatos estão abertos não permitindo uma circulação de corrente elétrica no motor.

Analisando o funcionamento em **110 volts** temos:

Na posição “**direita**” ocorre a alimentação dos terminais do motor e o motor gira no sentido horário. Nessa posição temos a fase (R) alimentando os terminais 1,2 e 6 e o neutro alimentando os terminais 3,4 e 5.

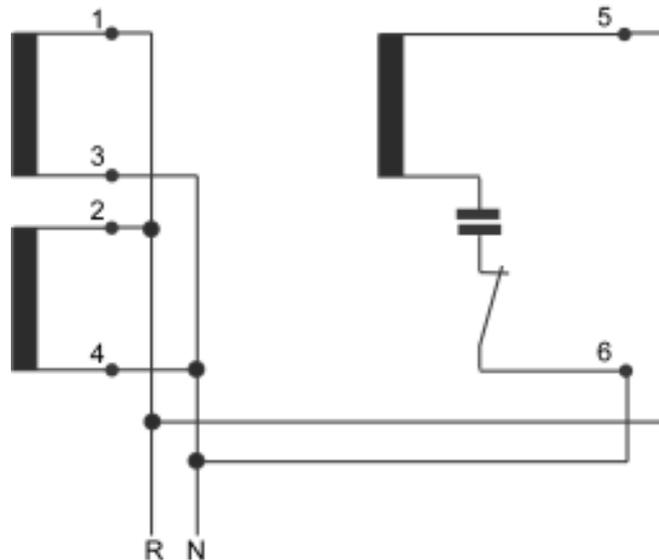
Essa ocorrência pode ser observada no esquema a seguir:



Na posição “**esquerda**” ocorre a alimentação dos terminais do motor e o motor gira no sentido anti-horário. Nessa posição temos a fase (R) alimentando os terminais 1,2 e 5 e o neutro alimentando os terminais 3,4 e 6.

A inversão do sentido de rotação ocorre com a inversão dos terminais do enrolamento auxiliar, pontas 5 e 6. É exatamente isso que a chave reversora faz nos terminais do motor.

A alimentação do motor a esquerda pode ser observada no esquema a seguir:

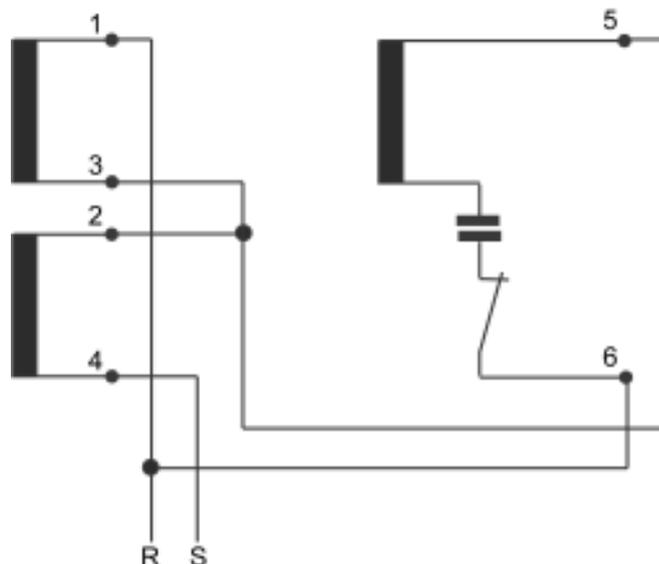


Analisando o funcionamento em **220 volts** temos:

Na posição “**direita**”, sentido horário, temos a fase “R” alimentando os terminais 1 e 6 e a fase “S” alimentando o terminal 4.

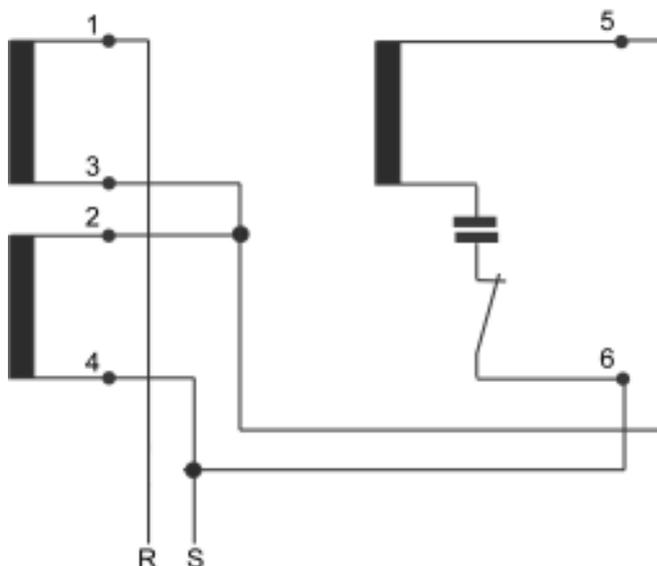
Os terminais 2, 3 e 5 devem ser interligados e isolados.

A alimentação do motor no sentido horário pode ser observada no esquema a seguir:



Na posição “**esquerda**” sentido anti-horário, temos a fase “R” alimentando o terminal 1 e a fase “S” alimentando os terminais 4 e 6.

Essa ocorrência pode ser observada no esquema a seguir:



A inversão do sentido de rotação ocorre com a inversão do terminal 6 que se interliga com os terminais 1 ou 4.

É bom lembrar que ao inverter o sentido de rotação de um motor monofásico em movimento, sempre deve desligar e esperar que o motor desacelere, pois se estiver em movimento nada vai ocorrer, pois o interruptor centrífugo estará aberto, não permitindo a alimentação dos terminais (5 e 6) do enrolamento auxiliar.

Chave reversora para motor trifásico

A chave reversora para motor trifásico, tem como funções básicas, ligar/desligar e inverter o sentido de rotação do motor trifásico.

A seguir a foto de uma chave reversora trifásica.

Essa chave possui três posições; desligada, esquerda e direita.

Na posição desligado todos contatos estão abertos não permitindo uma circulação de corrente elétrica no motor.

Na posição “**direita**” ocorre a alimentação dos terminais do motor e o motor gira no sentido horário. Nessa posição temos as fases R, S e T alimentando os terminais 1,2 e 3 do motor elétrico trifásico.

Essa ocorrência pode ser observada no esquema a seguir:



Na posição “**esquerda**” sentido anti-horário, temos as fases R, S e T alimentando os terminais 2, 1 e 3 do motor elétrico trifásico.

A inversão do sentido de rotação de motor trifásico ocorre com a inversão de duas fases, neste caso R e S, nos terminais 1 e 2.

Essa ocorrência pode ser observada no esquema a seguir:



Chave reversora estrela-triângulo

A chave reversora estrela-triângulo, tem como funções básicas; ligar/desligar alimentar o motor nas ligações estrela ou triângulo.

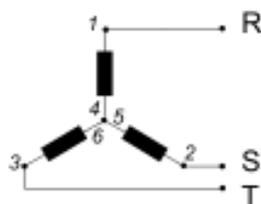
A seguir a foto de uma chave reversora estrela-triângulo.

Essa chave possui três posições; desligada, estrela e triângulo.

Na posição desligado todos contatos estão abertos não permitindo uma circulação de corrente elétrica no motor.

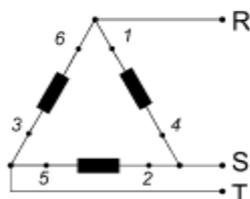
Na posição “**estrela**” ocorre a alimentação dos terminais do motor para esse tipo de ligação. Fases R, S e T alimentam os terminais 1, 2 e 3 do motor elétrico e os terminais 4, 5 e 6 são interligados.

A seguir é apresentado o esquema desta ligação:



Na posição “**triângulo**” as fases R, S e T alimentam os terminais 1 e 6, 2 e 4, 3 e 5.

Segue abaixo o esquema desta ligação:



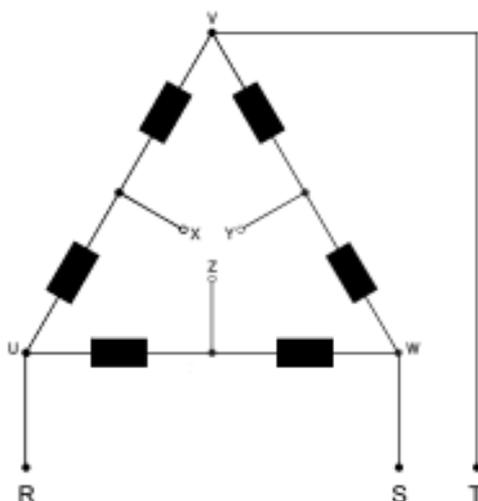
Chave comutadora para ligação Dahlander

A chave comutadora para ligação Dahlander é utilizada em motores com esse tipo de ligação, normalmente chamados; motor Dahlander. Essa chave tem como funções básicas, ligar/desligar alimentar o motor na ligação triângulo ou na ligação duplo-estrela. Desta forma é possível obter duas velocidades com o mesmo motor elétrico por meio de comutação de pólos.

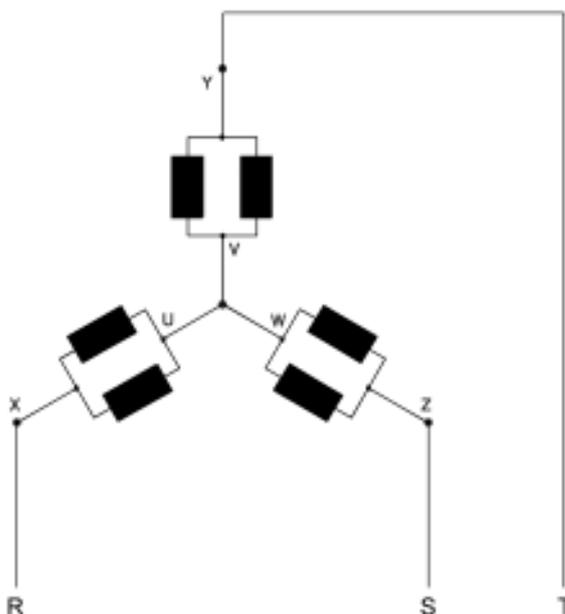
Essa chave possui três posições; desligada, baixa velocidade e alta velocidade.

Na posição desligado todos contatos estão abertos não permitindo uma circulação de corrente elétrica no motor.

Na posição "**baixa velocidade**" ocorre a alimentação dos terminais do motor para esse tipo de ligação: fase "R" no terminal "U", fase "S" no terminal "W" e fase "T" no terminal "V". Os terminais "X", "Y" e "Z" do motor ficam desligados. Desta forma, o motor é alimentado em triângulo - 8 pólos, por exemplo. A seguir é apresentado o esquema desta ligação.



Na posição "**alta velocidade**" ocorre a seguinte ligação. Fase "R" no terminal "Z", fase "S" no terminal "Y" e fase "T" no terminal "X". Os terminais "U", "V" e "W" são interligados. O motor é alimentado em duplo-estrela - 4 pólos, por exemplo. A seguir é apresentado o esquema desta ligação.



Acionamentos de comandos e sinalizadores

É interessante observar uma pessoa ligar e comandar uma máquina enorme acionando um pequeno botão.

Isso é possível e ocorre em toda planta industrial automatizada por um comando elétrico, por meio dos botões de comando.

Esses equipamentos são pequenos e muito simples, quando analisado a estrutura construtiva, mas tem um papel muito importante nos circuitos de comandos elétricos industriais, pois cabe a eles o envio de sinais para que ocorram acionamentos, inversão de rotação ou outro tipo de manobra em motores elétricos nos sistemas industriais.

Outro equipamento que tem uma atuação muito importante em comandos elétricos são os sinalizadores, pois são os responsáveis pela sinalização de toda ocorrência ou status do sistema durante o funcionamento de uma planta industrial.

Neste capítulo você vai estudar os principais equipamentos para o acionamento de comandos elétricos; botões de comando, chaves fim-de-curso, sinalizadores, relé de proteção de falta de fase e relé de temperatura, utilizados nos comandos de sistemas industriais.

Para melhor compreensão deste capítulo, você deverá ter conhecimentos de instalações elétricas industriais .

Botões de comando

Os botões de comando, ou botoeiras, são equipamentos de comandos elétricos com a finalidade de enviar um sinal elétrico para o acionamento de um equipamento ou interrupção de um circuito de comando. O acionamento dos botões de comando deve ser feito sempre por um operador.

A foto a seguir ilustra alguns modelos de botões de impulso.



Esses botões são acoplados a painéis ou caixas que protegem seus contatos e mecanismos de choques mecânicos, somente o elemento acionador fica exposto.

Quanto a forma de acionamento do botão, temos dois tipos de botões de comando: de impulso e com retenção.

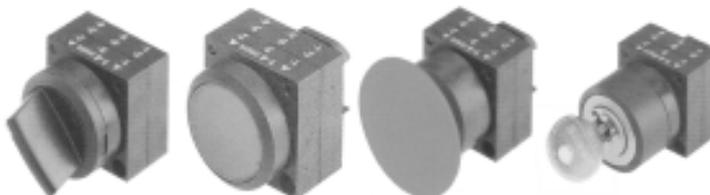
O botão de impulso, muda a posição de seus contatos no momento do acionamento, porém ao ser desacionado, seus contatos voltam a posição de origem. Enquanto que os botões de retenção mantêm o contato na nova posição e para voltar a posição de origem é necessário um novo acionamento no sentido contrário.

A seguir são apresentados a simbologia dos botões de impulso e com retenção.



O acionamento desses botões pode ocorrer de várias formas; pulsador simples, pulsador tipo cogumelo, comutador simples e comutador por chave.

Segue as fotos desses tipos de acionamentos.



Quanto aos elementos de contatos, são possíveis uma série de combinações, de acordo com cada fabricante. Segue abaixo as combinações mais comuns de contatos.



Chaves fim-de-curso

As chaves fim-de-curso são elementos de comando com a finalidade de enviar sinais ao comando elétrico de um determinado sistema. Esse tipo de equipamento é acionado por elementos de máquinas que compõem um sistema industrial.

A função principal deste componente é “avisar” o comando que determinada situação foi alcançada, como por exemplo, uma parte móvel da máquina chegou numa determinada posição.

A seguir é apresentado a foto de uma chave fim-de-curso.



Fonte: Catálogo Siemens

Quanto aos elementos de contatos, são possíveis algumas combinações de acordo com o fabricante.

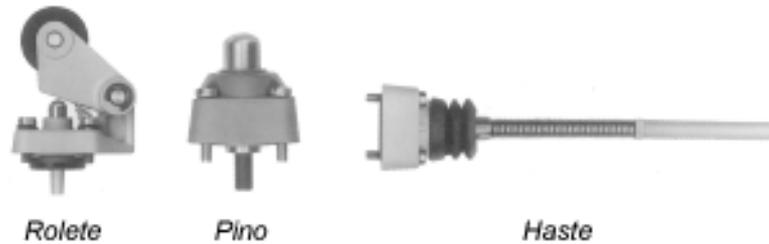
Um bloco de contato é apresentado na foto abaixo.



Fonte: Catálogo Siemens

O acionamento da chave fim-de-curso pode ocorrer de várias formas, de acordo com o elemento acoplado no componente. O elemento a ser acoplado deve ser escolhido de acordo com a necessidade do sistema que acionará o fim-de-curso.

As fotos a seguir ilustram alguns tipos de acionamentos.



Sinalizadores

Os sinalizadores são equipamentos de comandos elétricos com a finalidade de sinalizar uma ocorrência ou status de um equipamento ou máquina. Os sinalizadores são fabricados de diversas cores e formas.

Os mais comuns são os sonoros e luminosos.

Os sinalizadores sonoros podem ser buzinas ou campainhas. A principal função desse equipamento num sistema industrial é alertar os operadores que uma máquina iniciou um movimento ou uma ação de risco.

Os sinalizadores luminosos são os mais utilizados nos painéis de comando, pois com esse elemento é possível monitorar todo sistema da planta industrial.

Segue abaixo a foto de um sinalizador luminoso.



A norma define as cores e as condições que o sinalizador está alertando. A tabela a seguir ilustra essa descrição.

Cor	Condição
Vermelho	Condição normal
Amarelo	Atenção ou Cuidado
Verde	Pronto para operar
Branco	Em operação normal
Azul	Outras

Em sinalizações intermitentes deve se ter uma certa atenção, pois este tipo de sinalização solicita uma atenção mais urgente.

Relé de proteção de falta de fase

O relé de proteção de falta de fase é um equipamento de proteção para um sistema de comandos elétricos industriais trifásicos, pois qualquer falha na alimentação, queda de fase e neutro ou assimetria entre fases, esse relé aciona o comando dando um sinal elétrico à lógica de relés.

A seguir é apresentado a foto de um relé de proteção de falta de fase.



Fonte: Catálogo Siemens

O relé de falta de fase possui terminais para entrada das fases e neutro, três terminais do contato comutador de comando e um botão de ajuste de sensibilidade de assimetria.

A função desse relé é de alertar o responsável pela manutenção do sistema que está faltando uma fase ou neutro, ou ainda que o sistema está assimétrico, por meio de sirene ou sinalizador visual. O contato do relé de proteção de falta de fase pode ainda, desligar uma máquina, um motor, parte do sistema ou todo sistema.

A atuação do relé no comando vai depender da lógica montada no projeto. Esse equipamento possui um contato comutador para ser utilizado nessa lógica.

Estando tudo normal, ou seja, tensão em todas as fases, os contatos de comando permanecem na sua posição de repouso, contatos 11 e 12 fechados, ocorrendo uma falta de fase, o contato 11 muda de posição abrindo com o terminal 12 e fechando com o terminal 13.

Os esquemas abaixo ilustram a simbologia e os terminais de ligação desse equipamento, para sistemas trifásicos com e sem o neutro.



A preocupação que se tem com relação à falta de fase num sistema elétrico trifásico é que dependendo das cargas instaladas, a falta de uma fase pode causar grandes prejuízos para a empresa.

Contatores

Quando falamos sobre os botões de comando, ficou evidente que aquele pequeno botão era o responsável direto pela alimentação e manobra de uma máquina independente do seu tipo e porte. Ou seja, é através de um botão que o operador dá os comandos para que a máquina execute alguma ação.

Porém, quando falamos que a função principal de um botão era enviar sinais elétricos ao comando elétrico da máquina, não ficou muito claro “quem” é esse “comando elétrico”. Na verdade esse comando é composto por uma associação de elementos, dentre eles temos o contator.

O contator é o elemento responsável pela lógica do comando e o acionamento dos motores, enviando a tensão necessária aos terminais do motor elétrico.

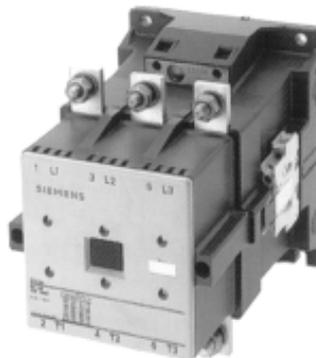
O trabalho que um operador tem que executar para ligar um motor por meio de uma chave seccionadora pode ser substituído por um contator e um botão de comando, desta forma, é possível acionar o motor elétrico a longas distâncias acionando apenas um botão que liga um contator localizado em um painel elétrico.

Como você já deve ter percebido, este será um empolgante capítulo que fornecerá informações extremamente importantes para o seu desenvolvimento técnico em comandos elétricos.

Será muito proveitoso se você já tiver conhecimentos de eletricidade básica, magnetismo e eletromagnetismo, para que tenha um melhor aproveitamento deste estudo.

Contator é um dispositivo eletromecânico com a finalidade de abrir ou fechar circuitos. O acionamento deste dispositivo é feito eletromagneticamente. Esse equipamento é projetado para uma elevada frequência de operação.

Nas fotos que seguem pode se observar dois modelos de contator.



Fonte: Catálogo Siemens

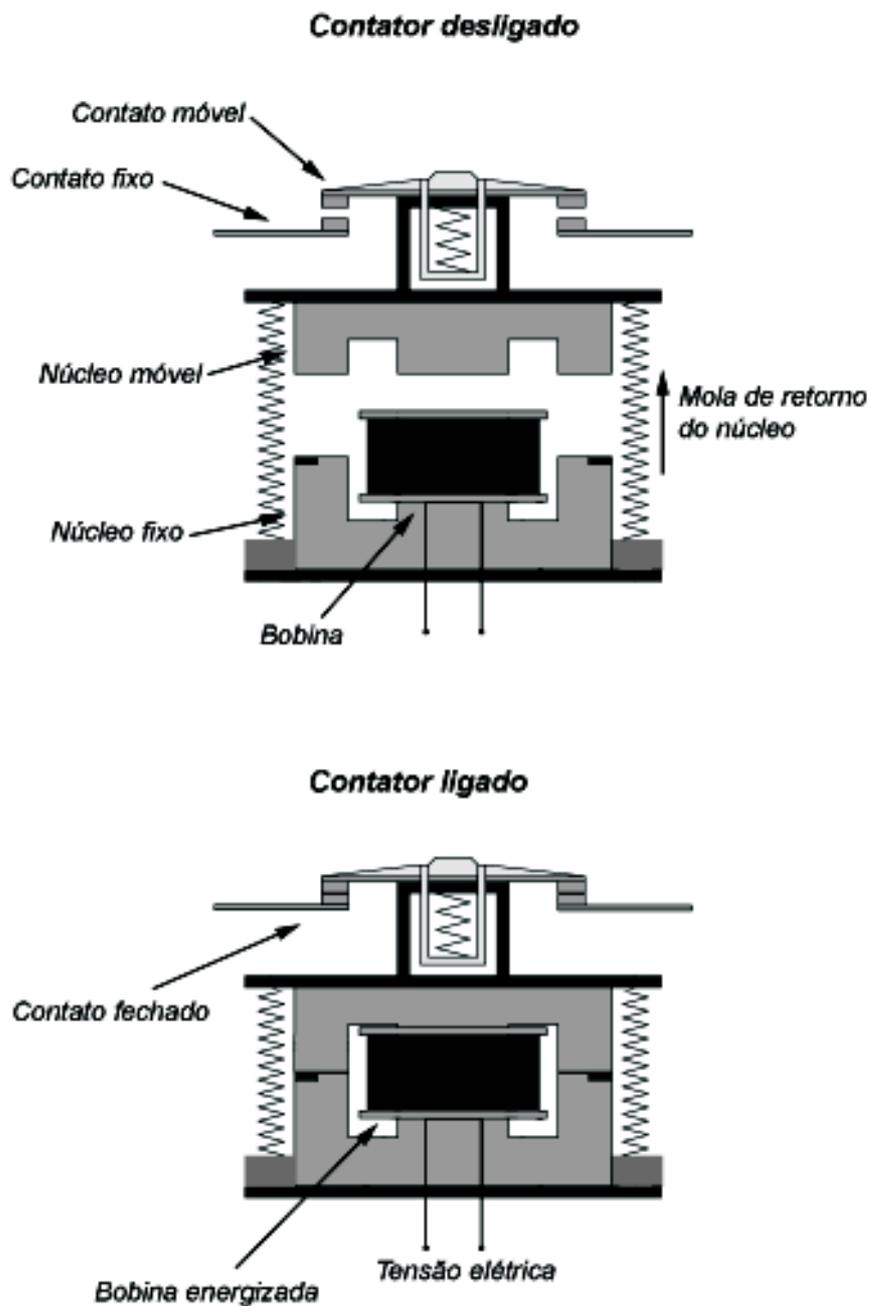
O contator tem duas funções básicas em comandos elétricos; lógica de contatos e acionamento de motores. Para o acionamento de motores, os contatos são abertos ou fechados simultaneamente, energizando ou deserregizando o motor.

Funcionamento

O contator possui uma bobina responsável pela movimentação do núcleo. Ao ser alimentada, a bobina cria um campo magnético que atrai o núcleo de ferro. Está acoplado ao núcleo os contatos móveis responsáveis pelo fechamento do circuito. Ao ser movimentado, o contato móvel se encontra com os contatos fixos permitindo uma circulação de corrente elétrica.

Ao ser deserregizado, cessa o campo magnético na bobina e ela deixa de atrair o núcleo. Desta forma, molas colocadas sob o núcleo fazem com que ele retorne a posição de repouso, abrindo assim o contato.

As figuras a seguir apresentam esse funcionamento.



Utilização do contator

A utilização de contatores em sistemas industriais apresenta várias vantagens:

- Comando a distância;
- Alto número de manobras;
- Ocupa pouco espaço;
- Maior segurança ao sistema e operador.

Para a instalação do contator é necessário que sejam observados alguns detalhes. Os contatores devem ser instalados de preferência na posição vertical em locais não sujeitos a trepidações.

Outro dado importante do contator é a categoria de emprego. A categoria de emprego é um código normalizado que define o tipo de carga que o contator vai acionar. Esse dado é importante no momento da especificação do contator, sendo obtido no catálogo do fabricante.

A tabela a seguir apresenta algumas categorias de emprego.

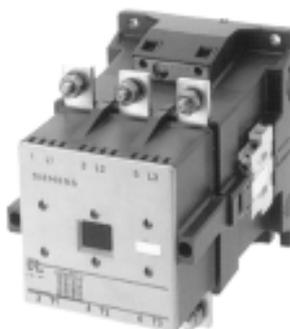
Categoria de emprego	Exemplos de utilização
AC1	Cargas resistivas
AC2	Partida de motor de anel sem frenagem por contra-corrente
AC3	Partida de motores de indução tipo gaiola de esquilo. Partida de motor de anel e frenagem por contra-corrente.
AC4	Partida de motores de indução tipo gaiola de esquilo. Manobras intermitentes. Frenagem por contra-corrente Reversão.
DC1	Cargas não indutivas
DC2	Motores de derivação. Partida e desligamento durante a rotação.

Tipos de contatores

Existem basicamente dois tipos de contatores; auxiliares e contatores de potência. O fator principal que diferencia os dois tipos de contatores é a capacidade de corrente elétrica nos contatos.

O **contator de potência** é utilizado para alimentar a carga que pode ser um motor elétrico por exemplo, logo seus contatos devem ter uma alta capacidade de corrente elétrica, pois nesses contatos vai passar a corrente que causa o movimento do motor.

Existem vários modelos deste modelos deste contator, conforme o fabricante. A seguir a foto de um modelo.



Fonte: Catálogo Siemens

Esse tipo de contator possui os contatos principais, que vão alimentar o motor e contatos auxiliares, normalmente 2NA e 2NF, para algum tipo de ligação de comando ou sinalização. Ao especificar o contator, deve-se ter um catálogo de fabricante em mãos para se observar esse dado.

Para especificar um contator, alguns dados são imprescindíveis: tensão nominal da bobina, número de contatos principais e auxiliares e os dados de trabalho da carga; tensão nominal, frequência nominal e corrente nominal.

Ao executar um projeto de comandos elétricos a partir dos dados da carga, utilizando o catálogo do fabricante, especifica-se o contator. Por exemplo, o contator de potência 3TF40 da Siemens tem as seguintes especificação de catálogo.

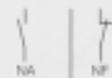


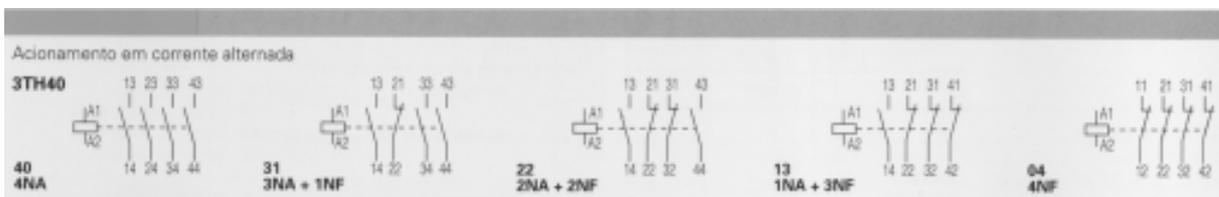
Contatos auxiliares	2NA + 2NF
Categoria AC4	Motor trifásico
Potência da carga 220 V	1 CV / 0,75 kW
Fusível de proteção (NH)	16 A
Dimensões (mm)	45 x 75 x 100

O **contator auxiliar** é utilizado para montar a lógica de acionamento do comando e também para aumentar o número dos contatos auxiliares dos contadores de potência, quando ligados em paralelo, ou sendo alimentado por um contato aberto do contator de potência. Seus contatos tem baixa capacidade de corrente elétrica, pois nesses contatos vai passar a corrente das bobinas dos contadores que serão acionados.

Para especificar um contator auxiliar é necessário que se tenha um catálogo de fabricante para obter os dados de quantidade de contatos, fusível de proteção e dimensões, conforme o modelo.

A seguir é apresentado os dados de um catálogo.

Tipo	Total de contatos	Programação de contatos	Fusível máximo DIAZED retardado (A)	Dimensões (mm)			
Para completar o tipo □ □ (tensão e frequência) veja tabela no verso		 NA NF		 L H P			
Accionamento em corrente alternada							
3TH40 40 - 0A □ □	4	4	-	16	45	75	85
3TH40 31 - 0A □ □		3	1				
3TH40 22 - 0A □ □		2	2				
3TH40 13 - 0A □ □		1	3				
3TH40 04 - 0A □ □		-	4				



Fonte: Catálogo Siemens

Relés térmicos e temporizadores

Você já parou para pensar o que pode ocorrer com um motor elétrico se o seu eixo travar por um problema mecânico? Com certeza vai queimar, pois a corrente elétrica vai aumentar tentando vencer essa barreira e ocorrerá um sobreaquecimento nas bobinas do motor.

Nem é preciso ser tão radical travando o eixo do motor para que ocorra uma anomalia no sistema, basta uma sobrecarga e o motor corre risco de queimar.

Como já se sabe, a função dos fusíveis industriais não é proteger o motor contra sobre-carga e apenas contra curto-circuito, logo de nada adianta o fusível nesses casos de sobrecarga no motor.

Para evitar esse tipo de problema em instalações de sistemas com motores, será necessário a instalação de um componente chamado relé térmico nos circuito de comando dos motores elétricos. Eles serão os protetores dos motores elétricos contra as sobrecargas.

Nesse capítulo você terá a oportunidade de conhecer esse componente. Também será apresentado um outro componente muito utilizado nas lógicas dos circuitos de comando, o relé temporizador, responsável por paradas pré-programadas na lógica do circuito.

Como você pode ver, temos muita novidade pela frente para compor seus conhecimentos em comandos elétricos.

Para um aproveitamento maior no estudo deste capítulo, será bom que você conheça contadores de potência e auxiliares.

Relés térmicos

Os relés térmicos, são componentes de proteção utilizados em circuitos de comando de motores elétricos. Esse componente é utilizado no circuito para proteção contra sobrecarga.

A seguir é apresentado a foto de um modelo deste componente.



Fonte: Catálogo Siemens

Como já estudamos anteriormente, os fusíveis, também dispositivos de proteção, são responsáveis por uma proteção contra curto-circuito e no caso de uma anomalia ele rompe o elo - fusível e precisa de ser substituído. Já o relé térmico, ao abrir um circuito por motivo de sobrecorrente pode ser rearmado e continua em uso sem a necessidade de substituição.

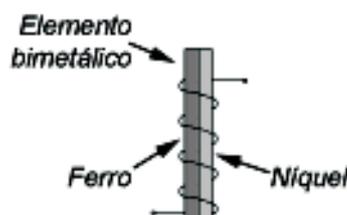
As principais vantagens na utilização dos relés térmicos são:

- Proteção do circuito contra correntes acima dos valores predeterminados;
- Não desarma com corrente de pico na partida de motores;
- Sinaliza o desarme;
- Permite a utilização de contatos NA e NF para sinalização e comando.

Funcionamento

Esse componente tem seu funcionamento baseado na ação do efeito térmico provocado por uma corrente elétrica.

O relé térmico é constituído basicamente de um bimetálico, ou seja, uma lâmina formada por dois metais diferentes; normalmente ferro e níquel. Esses metais têm coeficiente de dilatação diferentes, formando um termopar.



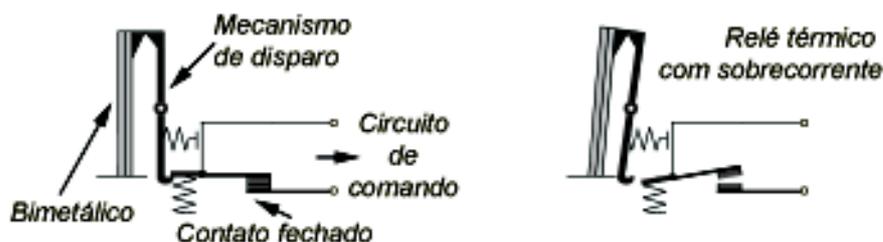
Quando essa lâmina é submetida a uma elevação de temperatura, como os metais têm diferentes coeficientes de dilatação, um dos metais terá uma maior dilatação que o outro.

Como os dois metais estão unidos formando um só conjunto, a lâmina vai encurvar para o lado do metal de coeficiente menor, causando um movimento desse bimetálico, como pode se observar na figura abaixo.



A corrente que causa a dilatação do bimetálico é a corrente do motor elétrico que circula por um condutor ao redor desse bimetálico.

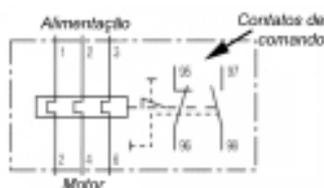
Temos acoplado a esse conjunto um sistema de disparo que abre um contato elétrico utilizado para interromper a circulação de corrente elétrica num circuito.



Esse contato é utilizado no comando elétrico para cortar a alimentação do contator responsável pelo funcionamento do motor elétrico.

Em circuitos trifásicos, é utilizado um conjunto de três bimetálicos para proteção de todas as fases.

O esquema a seguir ilustra um relé térmico.



Os relés são acoplados aos contatores e devem ser especificado utilizando-se um catálogo de fabricante. A sua especificação é feita conforme o modelo do contator e a faixa de corrente que esse relé deve proteger.

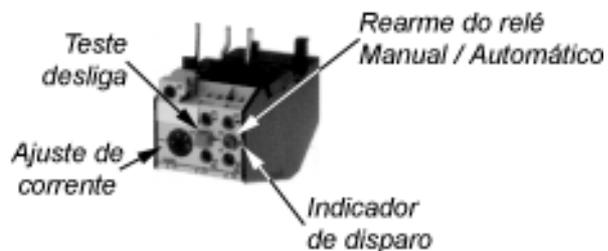
Segue a foto de um conjunto.



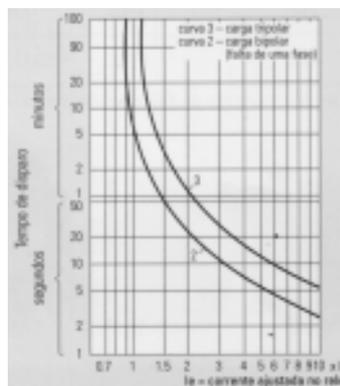
Fonte: Catálogo Siemens

Normalmente o relé térmico é equipado com um conjunto de contatos com 1NA+1NF, botão de rearme manual para travamento automático (azul), botão de teste-desliga (vermelho), indicador visual de disparo por sobrecarga (verde).

A foto a seguir ilustra esses acessórios.



Todo fabricante apresenta a curva característica do componente. A seguir uma curva média característica de disparo de um relé térmico.



Fonte: Catálogo Siemens

É muito importante, antes de rearmar um relé térmico, descobrir qual foi o motivo causador do seu desarme no circuito elétrico.

Temporizadores

Os temporizadores, também conhecidos como relés de tempo, são dispositivos elétricos utilizados em circuitos de comando com a função de causar o acionamento de um determinado componente após um tempo predeterminado.

A seguir é apresentado a foto de um modelo de relé temporizador.

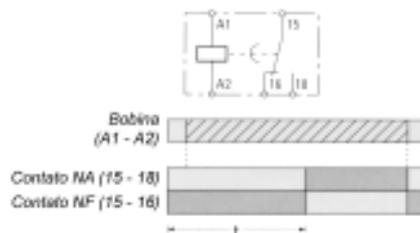


Fonte: Catálogo Siemens

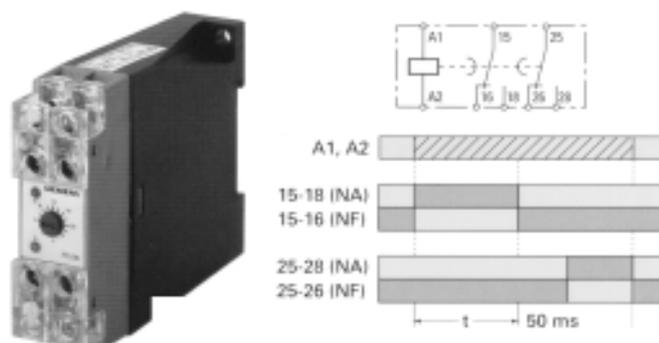
Os temporizadores mais comumente utilizados nos circuitos de comandos são constituídos por circuitos eletrônicos, que temporizam e acionam um relé magnético com contatos abertos e fechados.

Esse dispositivo tem várias utilidades nos circuitos de comandos, tais como; temporização em lógicas de comandos, partidas sequenciais de motores elétricos, sistemas de partida de motores e muitas outras utilidades.

A especificação de um temporizador é feita utilizando um catálogo de fabricante. A seguir é apresentado o esquema elétrico e um diagrama de passo do funcionamento de um relé.



Para partida de motores em estrela-triângulo existe um modelo específico de relé temporizador. A seguir é a apresentado a foto e os diagramas de funcionamento desse dispositivo.



Fonte: Catálogo Siemens

Diagramas de comandos

Tente imaginar uma cidade sem código de sinalização de trânsito. Ou seja, com placas textuais, “Proibido a ultrapassagem”, “Limite de velocidade 80 Km/h”, “Curva acentuada a esquerda”, “Proibido estacionar”.

Seria uma verdadeira loucura, dirigir tentando ler os textos das placas. Para facilitar a vida dos motoristas, melhorar o fluxo dos carros e evitar até mesmo acidentes, foram criados os códigos que substituem os textos.

Em eletricidade não é diferente, seria impossível desenhar um sistema de comandos elétricos com os desenhos dos equipamentos e das fiações. Por isso existem os esquemas elétricos.

Existem vários tipos de esquemas elétricos ou formas de representações de sistemas elétricos industriais. Nesse capítulo você vai conhecer os esquemas elétricos e simbologias mais utilizados em comandos elétricos.

Muito ânimo, pois temos bastante coisa nova pela frente.

Para um melhor aproveitamento do estudo deste capítulo, será bom que você conheça fusíveis industriais, botoeiras, sinalizadores, contadores, relés térmicos e temporizadores.

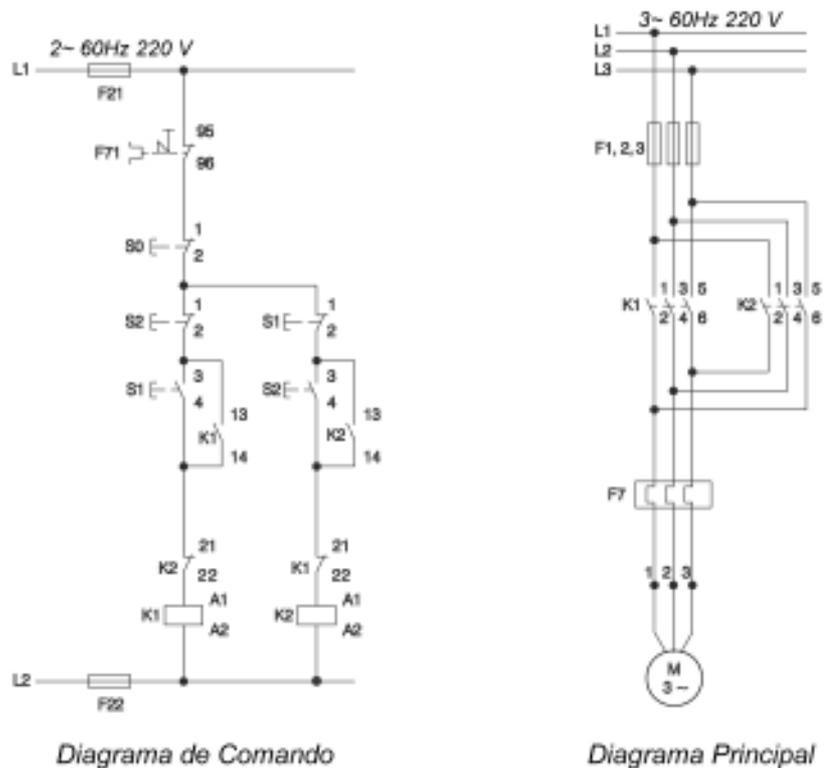
Diagramas de comando são esquemas elétricos com a finalidade de ilustrar um sistema elétrico industrial de forma padronizada e de fácil interpretação de qualquer usuário, na instalação e manutenção desse sistema.

Os diagramas de comando permite a interpretação de um sistema industrial, pois:

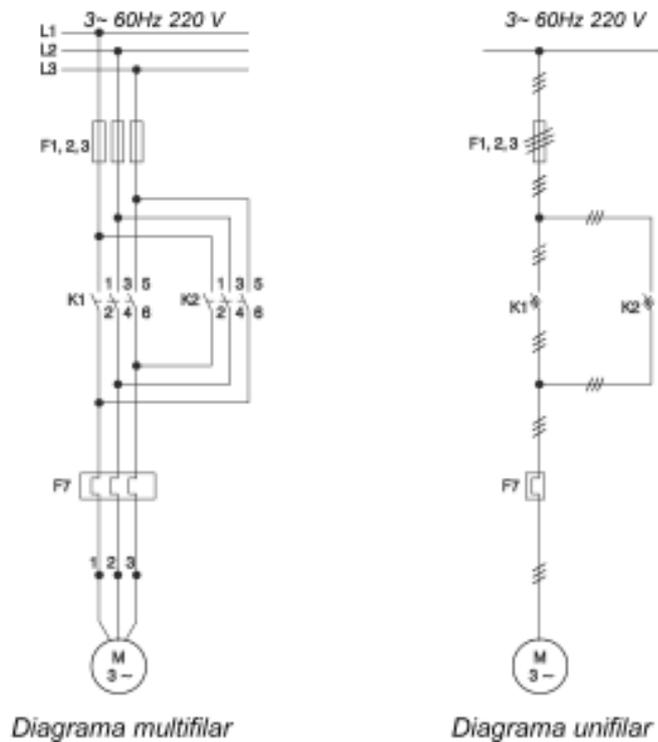
- demonstra a seqüência de funcionamento do circuito;
- representa os componentes e funções;
- permite uma rápida localização dos componentes.

O diagrama de comando mais utilizado é o diagrama funcional, pois esse diagrama representa os sistemas elétricos industriais de forma prática com fácil compreensão. Nesse tipo de diagrama, o comando lógico é separado da parte de acionamento e são chamados de “Diagrama de Comando” e “Diagrama Principal”.

A seguir é apresentado um exemplo de diagrama de comando funcional.



O diagrama principal pode ser representado também de forma unifilar. O esquema a seguir ilustra os dois casos; diagrama multifilar e unifilar do mesmo circuito principal.



Simbologia

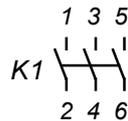
A seguir serão apresentados os principais símbolos gráficos utilizados nos diagramas de comandos elétricos.

Símbolo	Componente	Identificação
K1	Contator	Contator "K" / Bobina "A1" - "A2"
K6	Temporizador	Temporizador "K" / Bobina "A1" - "A2"
H1	Sinalizador	"H"
K1	Contato aberto	"K"
K1	Contato fechado	"K"
K6	Contato de temporizador	"K"
S1	Botoeira NA	"S"
S0	Botoeira NF	"S"
F7	Relé térmico	"F"
F21	Fusível	"F"
	Motor	"M"
FC1	Chave fim-de-curso	"FC"

A identificação dos contatos dos relés e contatores é feita por meio de números que indicam a função e a posição do contato.

Os contatos dos contatores de potência que alimentam a carga, contatos principais (três), têm a identificação feita da seguinte forma; entrada de força números ímpares e saída dos contatos para a carga, números pares.

A figura a seguir ilustra essa identificação.



Os contatos de comando, ou seja, os contatos dos contatores auxiliares e contatos auxiliares dos contatores de potência são identificados da seguinte forma:

São identificados por dois números, sendo que;

- o primeiro número (dezena) tanto na entrada como na saída indica a seqüência do contato, ou seja, se o contator auxiliar tem quatro contatos, o primeiro será número “1”, o segundo número “2” e assim por diante.
- o segundo número (unidade) identifica se o contato é aberto NA, números “1” e “2” sendo o “1” entrada e “2” saída, ou se o contato é fechado NF, números “3” e “4”, sendo “3” entrada e “4” saída.

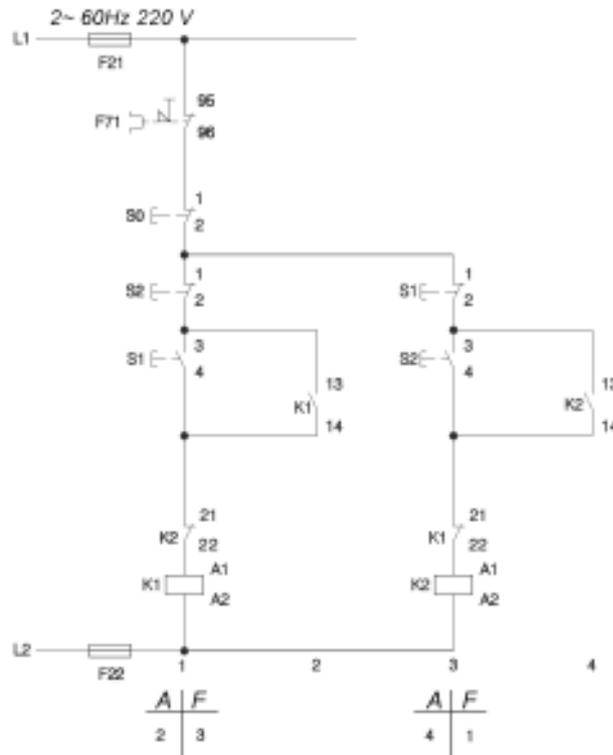
Esse descritivo pode ser observado no esquema que segue.



Localização dos contatos

Em comandos mais complexos, a localização dos contatos dos contatores e relés são identificados logo abaixo do componentes com o número da linha em que os contatos estão localizados. Além da localização, a identificação do contatos é feita em colunas “A” para contatos abertos (NA) e “F” para contatos fechados (NF).

O esquema abaixo ilustra essa localização.



A identificação também pode ser feita por colunas no lugar de linhas, neste caso é colocado acima do esquema uma tabela com numerações de colunas.

Sistemas de partidas de motores

Quando você precisa empurrar um carro, no início, quando o carro ainda está parado é necessário que se imprima muita força para que ele inicie um movimento. Porém, depois que o carro começa a se movimentar, cada passo fica mais fácil.

É claro que isso ocorre devido a inércia, no início do movimento a força necessária para que um objeto se desloque com certeza será bem maior do que a força necessária para manter o corpo em movimento.

No caso dos motores elétricos não é diferente, o campo magnético necessário para fazer com que o eixo do motor inicie um movimento é bem maior do que o campo magnético que vai manter o eixo do motor em movimento.

Como já se sabe, a corrente elétrica é a responsável pela geração do campo magnético do motor, desta forma, a corrente elétrica necessária na partida do motor é bem maior que a corrente necessária para manter o motor em movimento.

Para que esta alta corrente de partida não cause problemas na instalação elétrica, utilizamos alguns sistemas que amenizam essa elevação de corrente de partida. Neste capítulo vamos estudar os principais sistemas de partida de motores elétricos.

Para um melhor aproveitamento desse estudo, será bom que você conheça eletricidade e diagramas elétricos.

Como se sabe, os motores elétricos possuem um valor de corrente de partida muito elevado que pode chegar a 10 vezes o valor da sua corrente nominal de trabalho. Isto é muito prejudicial para a rede elétrica quando acionamos motores de grandes potências.

Para resolvermos esse problema, utilizamos sistemas que amenizam a corrente de partida e logo após o pico da corrente de partida o motor é comutado para trabalhar normalmente.

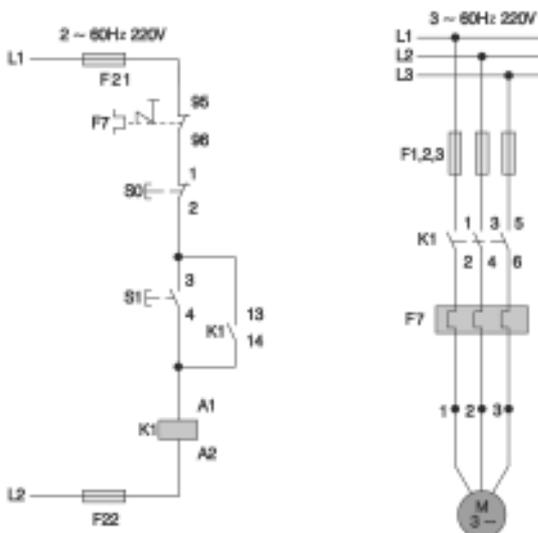
Existem várias formas de fazê-lo, cada uma para uma necessidade específica. Vamos estudar neste tópico os seguintes sistemas de partida:

- Partida direta;
- Partida estrela-triângulo;
- Partida com chave compensadora;
- Partida com aceleração rotórica; e
- Partida eletrônica.

Partida direta

Antes começarmos falar sobre os sistemas de partida que diminuem a corrente de pico na partida do motor, vamos ver o funcionamento do comando e esquemas de um motor com partida direta.

Essa é a partida mais simples e barata, sendo utilizada em motores de baixa potência, normalmente até 5 CV, casos que o pico de partida não interfere na rede elétrica ou o motor parte sem caga.



No esquema acima, temos um contator responsável pela alimentação das fases do motor. Ao acionar a botoeira S1 (3-4), o contator K1 é alimentado e fecha seus contatos abertos, logo o contato de K1, 13-14, é fechado. No momento que soltar o botão S1, o contator se mantém energizado pelo contato de K1 (13-14). Esse contato de K1 (13-14) é chamado de contato de selo.

No esquema de potência, os contatos 1 e 2, 3 e 4, 5 e 6 de K1 se fecham e as fases de L1, L2 e L3 alimentam os terminais dos motor. Desta forma, o motor começa a funcionar.

Para desligar o motor, aciona-se o botão S0, que abre seus contatos (1-2), o contator é desenergizado e abre os contatos NA que estavam fechados e o circuito volta a sua posição inicial.

Durante o funcionamento normal do motor, caso ocorra uma sobrecorrente no circuito de potência do motor, o relé térmico F7 abre seu contato (95-96) no comando, interrompendo a alimentação do contator K1, desligando assim o motor.

Partida estrela-triângulo

A partida estrela-triângulo é a mais utilizada nos sistemas industriais, porém para esse tipo de partida é imprescindível que o motor permita a alimentação em duas tensões, por exemplo; 220/380 V ou 440/760 V. É necessário que o motor tenha no mínimo seis terminais de ligação.

Na partida estrela-triângulo, os terminais do motor são ligados para uma determinada tensão, 380 V por exemplo, e o motor é alimentado com uma tensão menor, 220 V. Nesse caso, o motor parte com uma tensão reduzida.

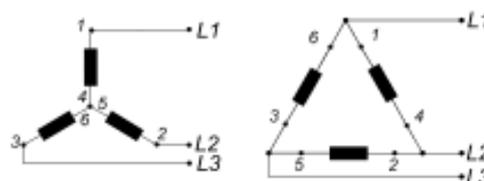
Como o motor está esperando uma determinada tensão mas recebeu um valor menor de tensão, sua corrente também será menor.

Nesse caso, o conjugado de partida do motor fica reduzido para 25 a 33 % do conjugado na tensão normal. Por isso é necessário analisar no sistema se o motor que vai partir em estrela-triângulo tem um conjugado de partida suficiente para garantir sua partida com essa redução de corrente.

A análise do conjugado pode ser feita utilizando o catálogo do fabricante do motor que fornece as curvas de conjugado.

Na partida estrela-triângulo com contatores, são fechados os terminais do motor na ligação estrela na partida e logo após um tempo predeterminado por um temporizador essa ligação é desfeita e o motor é fechado em triângulo.

Como se sabe, na ligação estrela o motor é alimentado com as fases L1, L2 e L3 nos terminais "1", "2" e "3" e as pontas "4", "5" e "6" são curto-circuitadas. Na ligação triângulo, a fase de L1 deve alimentar as pontas "1" e "6", L2 "2" e "4" e L3 "3" e "5", conforme ilustração a seguir.



Ligação estrela

Ligação triângulo

Essas ligações nos terminais do motor são feitas por meio dos contatores K1, K2 e K3. Seguem os esquemas de comando e principal para esse fechamento.

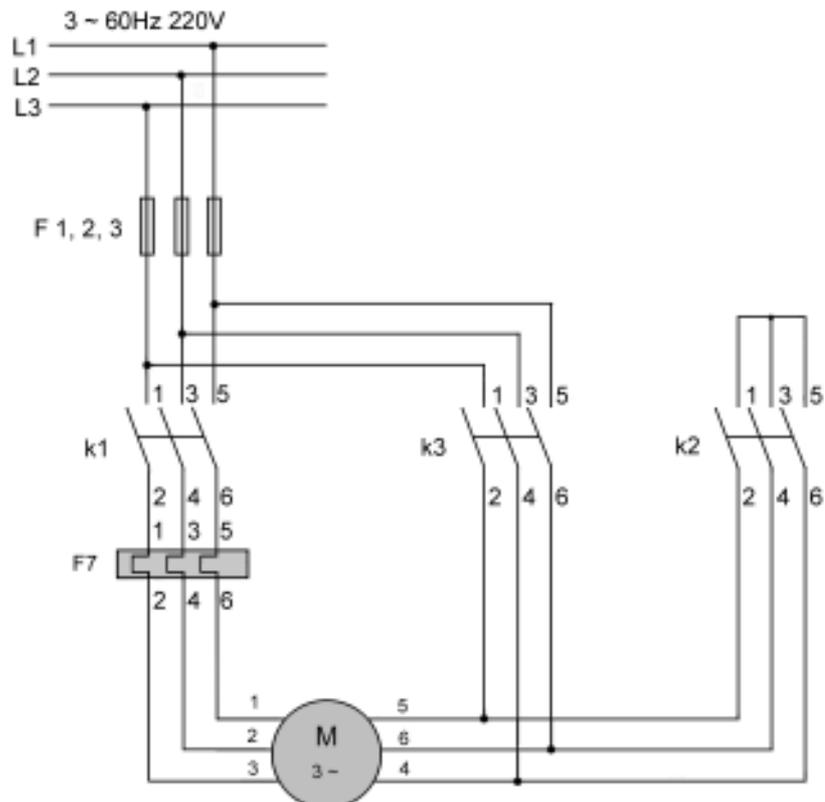
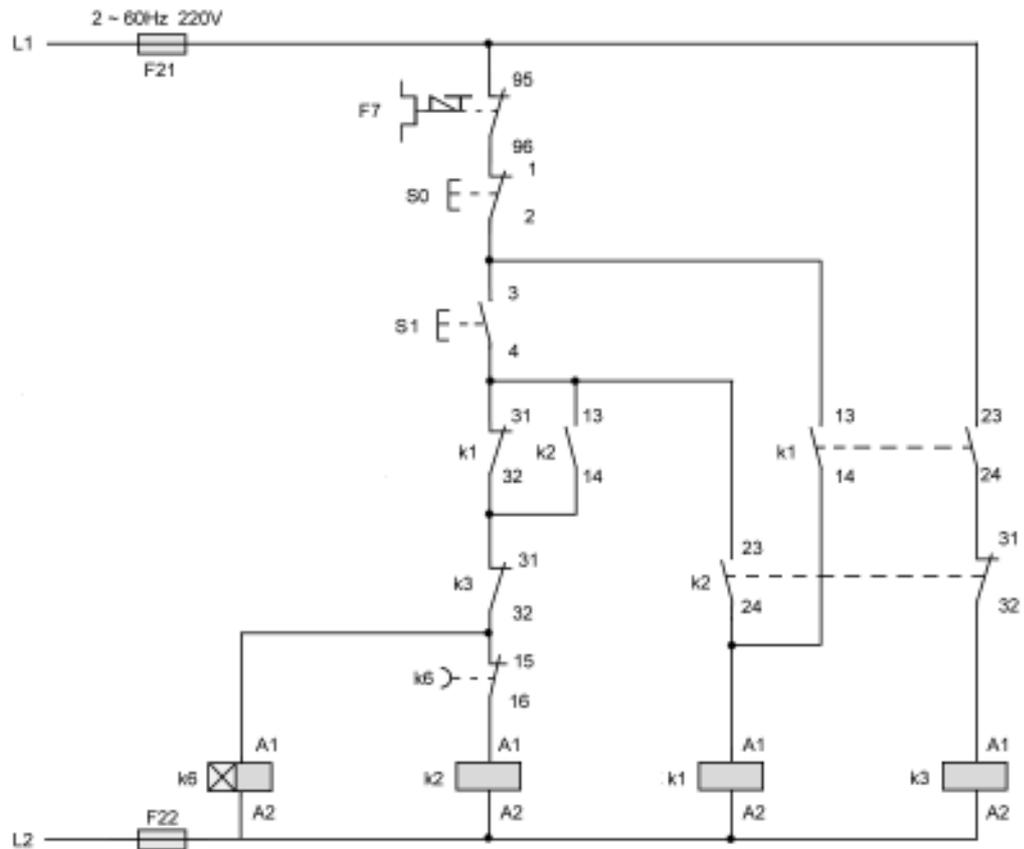
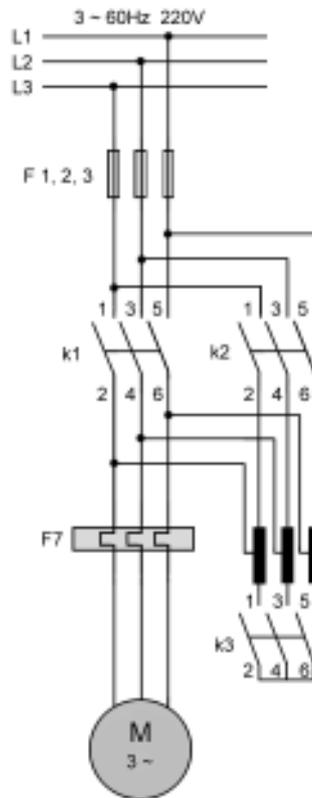


Diagrama do comando principal:



Analisando o esquema de comando, ao acionar S1 são alimentados os contatores K3, K2 e o temporizador K6. Desta forma, o motor parte com alimentação reduzida pelo autotransformador.

Passado o tempo determinado pelo temporizador, ele abre seu contato K6, 15-16 desligando o contator K3. Estando fechado os contatos de K2, 13-14 e K3, 31-32, que volta a sua posição de repouso (NF), o contator K1 é alimentado.

Quando o contator K1 é alimentado ele se mantém pelo contato K1, 13-14 e o contator K2 é desligado pelo contato (NF) de K1, 21-22. Neste momento o motor é alimentado pela tensão da rede pelos contatos principais do contator K1.

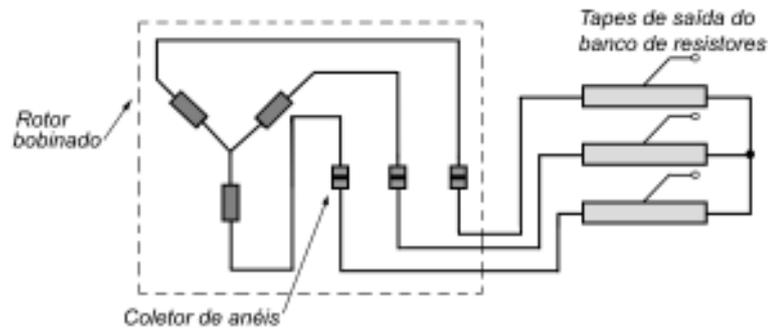
Partida com aceleração rotórica

Esse sistema de partida só é permitido para motores com rotor bobinado, pois a corrente de partida é controlada por meio da inserção de resistores em série com as bobinas do rotor do motor.

A vantagem da utilização deste motor é que ele mantém o torque constante mesmo com a rotação reduzida. Por isso é muito utilizado em pontes rolante e elevadores.

Para controlar a corrente de partida e rotação desse motor são utilizados bancos de resistores em série com os enrolamentos do rotor.

Essa ligação é possível por meio de anéis que permitem o acesso às bobinas do rotor, como pode ser observado no esquema a seguir.



Nesse sistema o motor parte com a resistência total acoplada ao rotor e gradativamente, por acionamento de botão ou automaticamente por meio de temporizadores o valor do banco de resistores vai diminuindo até que o motor fique com os terminais do rotor em curto, na sua velocidade nominal.

A seguir serão apresentados os esquemas de comando e principal dessa partida com a comutação da velocidade feita automaticamente por meio de temporizadores.

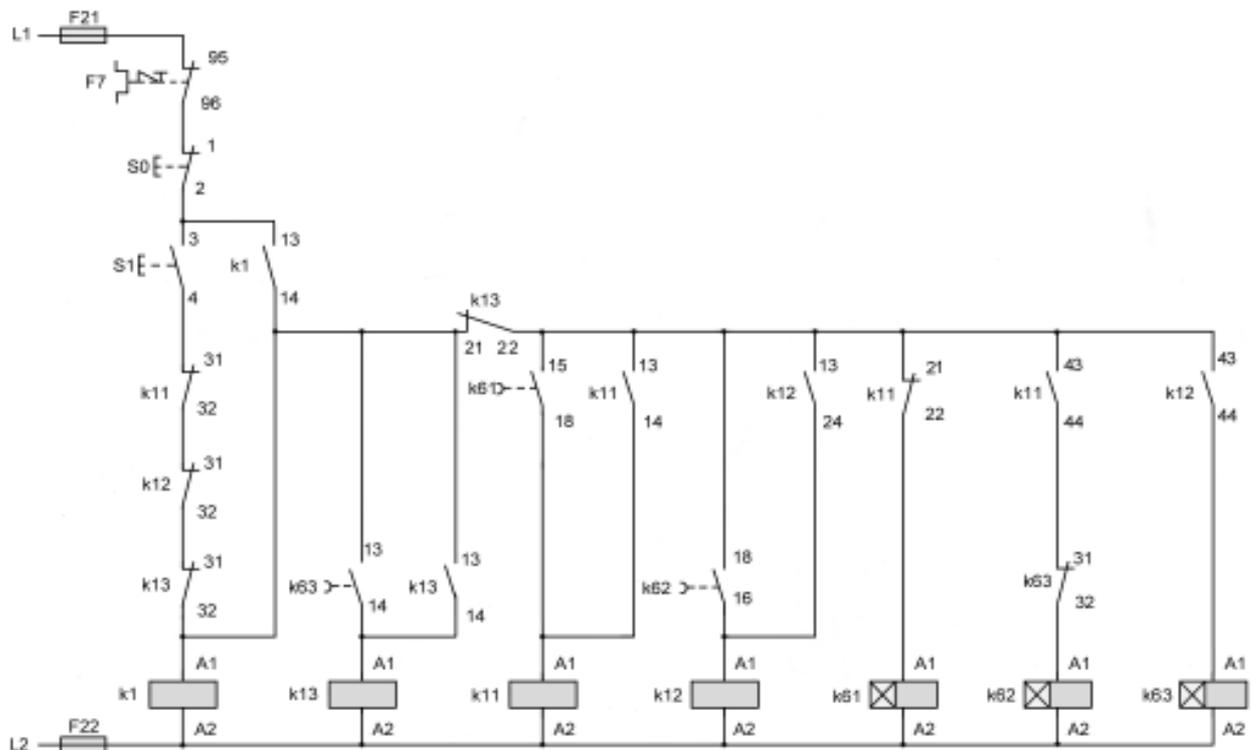
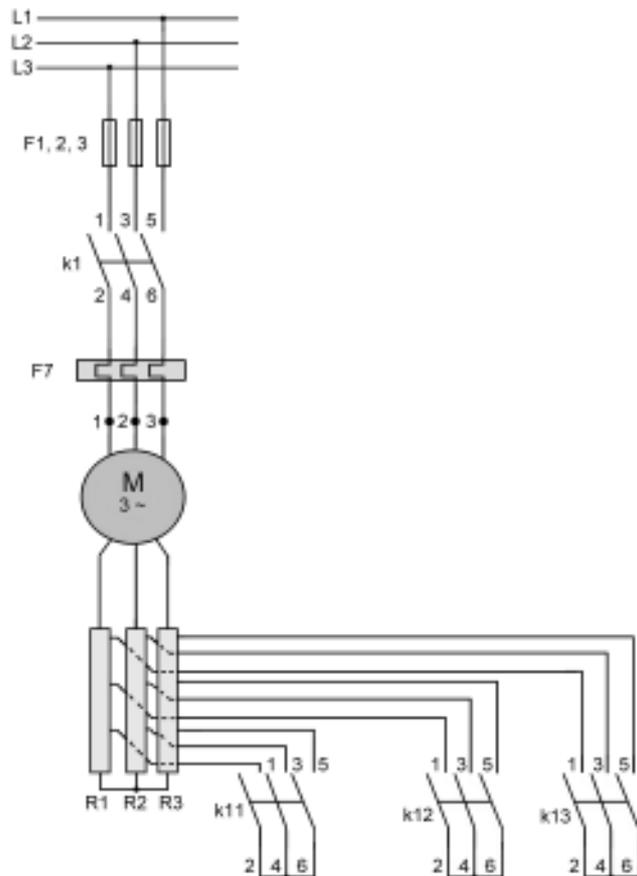


Diagrama do comando principal:



O funcionamento ocorre conforme os passos descritos abaixo:

1. Ao pulsar o botão S1, o contator K1 se fecha alimentando os terminais do motor. O contator K1 se mantém pelo contato de selo K1 13-14 e o temporizador K61 também é energizado nesse momento. O motor parte com a resistência total associada no seu rotor, pois neste momento K11, K12 e K13, responsáveis pela comutação dos tapes do banco de resistores, estão desenergizados.

2. Passado o tempo predeterminado pelo temporizador K61, o contator K1 continua energizado e o contator K11 é energizado pelo contato K61, 15-16. O contator K11 se mantém por seu contato de selo K1 13-14. Desta forma, diminui o valor da resistência associada ao rotor e o motor aumenta sua velocidade.

3. Quando o contator K11 é energizado ele alimenta o temporizador K62 pelos contatos K11 43-44, que começa a contar o tempo ajustado. O contator K1 e K11 se mantêm energizados.

Passando o tempo de K62, esse temporizador fecha seu contato 16-18 e alimenta o contator K12 que se mantém pelo contato de selo. Desta forma, o contator K12 diminui parte do banco de resistores associados ao rotor, aumentando a velocidade do motor.

No momento que K12 foi energizado, seu contato 43-44 se fechou alimentando o temporizador K63.

4. Nesse momento temos os contatores K1, K11, K12 e o temporizador K63 energizados. Passado o tempo ajustado em K63, esse componente vai atuar energizando K13. K13 abre seu contato 21-22 desenergizando os contatores K11, K12 e o temporizador K63.

Nesse momento temos energizados apenas os contatores K1 que alimenta o motor e K13 que fecha as pontas do rotor sem resistência. Temos agora o motor na velocidade nominal, pois o banco de resistores foi retirado do sistema, quando K13 curto-circuitou as pontas das bobinas do rotor.

Partida eletrônica

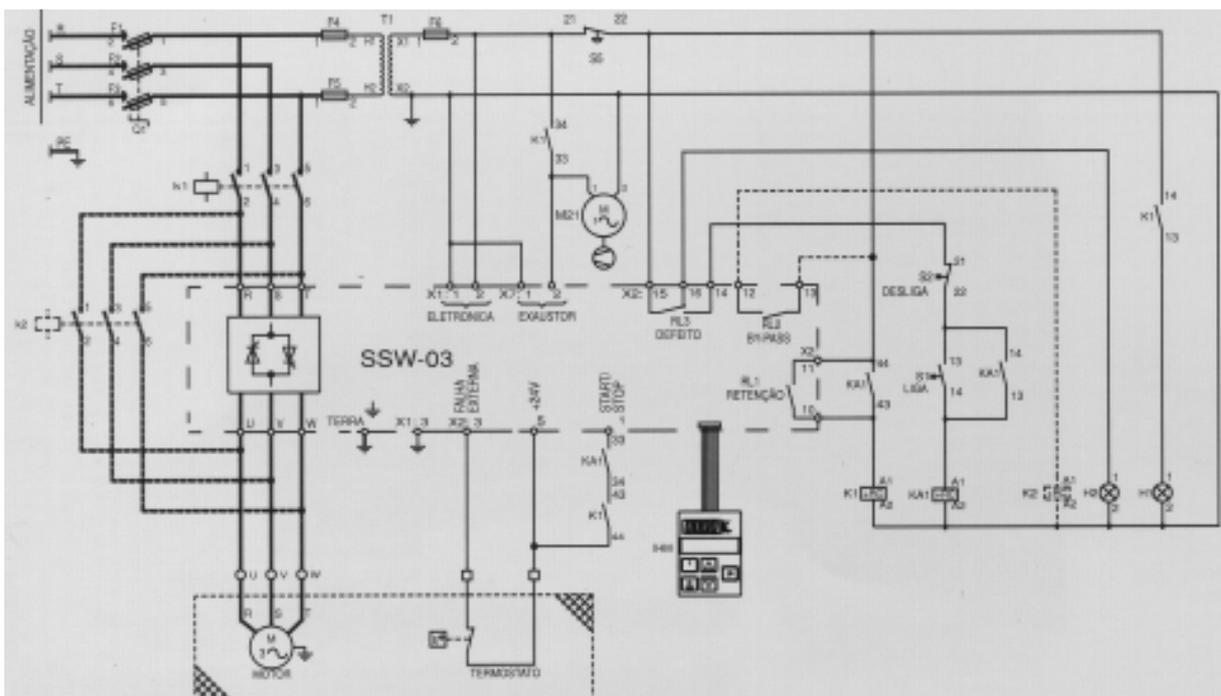
Um outro tipo de partida de motores com tensão reduzida é o eletrônico. Nessa partida é utilizado um equipamento conhecido com soft starter responsável pela redução da corrente de partida do motor.



Fonte: Catálogo Weg

Esse componente utiliza um conjunto de pares de tiristores (SCR) que acionados por circuitos eletrônicos microprocessados permitem o controle da tensão de partida do motor.

A seguir é apresentado o esquema de ligação de um motor utilizando esse equipamento.



Fonte: Catálogo Weg

A especificação desse equipamento é feita por meio do catálogo de fabricante. A seguir é apresentado o exemplo de informações de um modelo (SSW-13) da Weg.

Modelo	Valor da corrente do motor (3. In por 20 seg.)	Valor da corrente do motor (4,5. In por 20 seg.)	220 V		380 V		Dimensões			Peso (kg)
			Potência Nominal do Motor				Altura	Largura	Prof.	
			(kW)	(CV)	kW	(CV)				
SSW13.16	16 A	11 A	4	5.5	7.5	10	220	145	175	2.3
SSW13.30	30 A	25 A	8	10	15	20				
SSW13.45	45 A	30 A	12	15	22	30				
SSW13.60	60 A	45 A	17	20	30	40	330			2.6
SSW13.75	75 A	50 A	22	30	37	50				

.....

Atividades Práticas

.....

Sobre o Painel Didático

Comandos

Elétricos

O Painel Didático de Treinamento em Comandos Elétricos, foi projetada para montagens didáticas de circuitos de comandos elétricos. Nesse livro são propostas algumas montagens de circuitos, mas os componentes que acompanham a bancada podem ser utilizados para várias outras lógicas de comandos, conforme a sua criatividade e projeto.



O Painel é composto pelos seguintes equipamentos:

- 01 Motor trifásico assíncrono com 6 terminais
- 01 Chave comutadora estrela-triângulo
- 03 Bases de fusíveis diazed de 16 A
- 03 Fusíveis diazed de 16 A
- 04 Contatores de potência com 2NA +2NF
- 02 Contatores auxiliares com 2NA +2NF
- 01 Relé térmico tripolar
- 02 Relés de tempo: 0 a 30 segundos
- 01 Botão pulsador verde: 1NA
- 01 Botão pulsador preto: 1NA + 1NF
- 01 Botão pulsador vermelho: 1NF
- 01 Botão pulsador de emergência tipo cogumelo vermelho: 1NF
- 01 Sinalizador luminoso verde: 220 V
- 02 Sinalizadores luminosos amarelos: 220 V
- 01 Sinalizador luminoso vermelho: 220 V
- 01 Chaves fim-de-curso: 1NA + 1NF
- 01 Ponte retificadora monofásica
- 01 Autotransformador para partida compensada - 0,5 KVA

Motor trifásico com partida estrela-triângulo

1

Instalações com chaves manuais

Atividade

A chave manual estrela-triângulo é a responsável pela alimentação do motor com os terminais interligados para alimentar o motor nos fechamentos estrela ou triângulo.

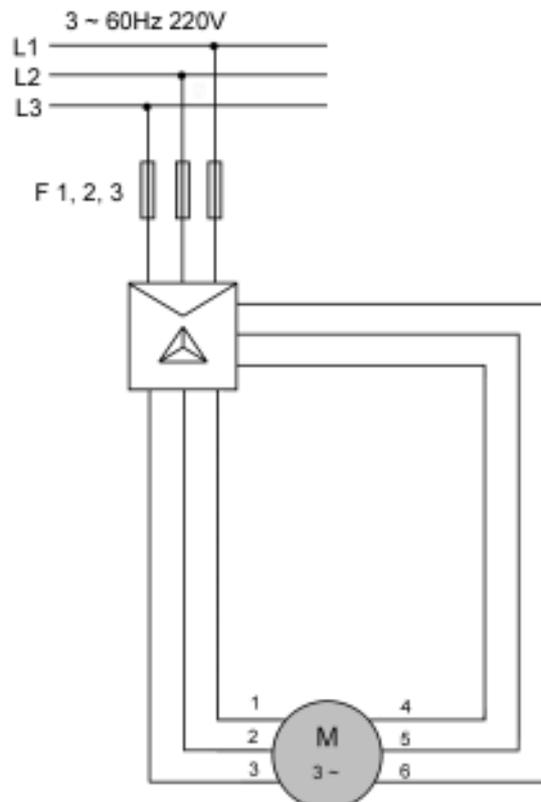
Para execução dessa atividade, deve ser utilizado um motor trifásico com 6 terminais de ligações.

Nessa atividade você vai montar o circuito com a chave manual estrela-triângulo e verificar a diferença da corrente do motor nas duas ligações.

Lista de equipamentos necessários

- 01 Motor trifásico assíncrono
- 01 Chave reversora manual estrela-triângulo
- 03 Bases de fusíveis diazed
- 03 Fusíveis diazed 16 A
- 01 Alicate amperímetro

Esquema de ligações



Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Manter a “Chave Reversora Manual” na posição “0 - Desligado”;
4. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
5. Acionar a chave manual na posição “Estrela”;
6. Medir a corrente em uma das fases do motor. Utilizar um alicate amperímetro;
7. Voltar a chave manual para a posição “Desligado”;
8. Acionar a chave manual na posição “Triângulo”;
9. Medir a corrente em uma das fases do motor. Utilizar um alicate amperímetro;
10. Comparar os valores encontrados nas duas ligações e comprovar a diferença entre elas. A corrente na ligação estrela deve ser aproximadamente $1/3$ da corrente na ligação triângulo;
11. Voltar a chave manual para a posição “Desligado”;
12. Desligar o disjuntor de alimentação;
13. Desmontar o circuito e guardar os equipamentos utilizados.

Motor trifásico

2

Instalações com contatores

Atividade

Nessa atividade você vai montar circuitos para o comando e alimentação de um motor trifásico utilizando contator e botão pulsador.

Com esse tipo de comando é possível controlar um motor com acionamento a distância e mantê-lo protegido contra sobrecarga, por meio do relé térmico.

A montagem desse circuito é composta por duas partes; circuito de comando e circuito principal.

Lista de equipamentos necessários

- 01 Motor trifásico assíncrono
- 01 Contator de potência
- 01 Relé térmico
- 05 Bases de fusíveis diazed
- 03 Fusíveis diazed 16 A
- 01 Botão pulsador verde - 1NA
- 01 Botão pulsador vermelho - 1NF
- 01 Alicates amperímetro

Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito de comando conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
4. Testar o funcionamento do circuito de comando;
 - a. Acionar o botão S1 (verde). O contator K1 deve ser acionado e permanece desta forma ao soltar o botão S1;
 - b. Acionar o botão S0 (vermelho). O contator K1 é desernezigado;
 - c. Ligar novamente o circuito acionando S1 e acionar o botão teste-desliga (vermelho) do relé térmico. O contator deve ser desligado;
5. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
6. Montar o circuito principal conforme o esquema de ligações apresentado;
7. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
8. Testar o funcionamento do circuito com a alimentação elétrica do motor;
 - a. Ligar o contator/motor acionando o botão liga - S1. O motor deve girar;
 - b. Medir a corrente elétrica nas fases. A medição de corrente elétrica deve ser feita nas fases separadamente: I1, I2 e I3;
 - c. Desligar o motor utilizando o botão S0;
9. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
10. Desmontar os circuitos e guardar os equipamentos utilizados.

Motor trifásico com relé controlador de tempo

3

Instalações com contatores

Atividade

O relé controlador de tempo é utilizado para controlar e permitir uma ação no comando elétrico quando atingir um determinado tempo pré-ajustado no seu sensor.

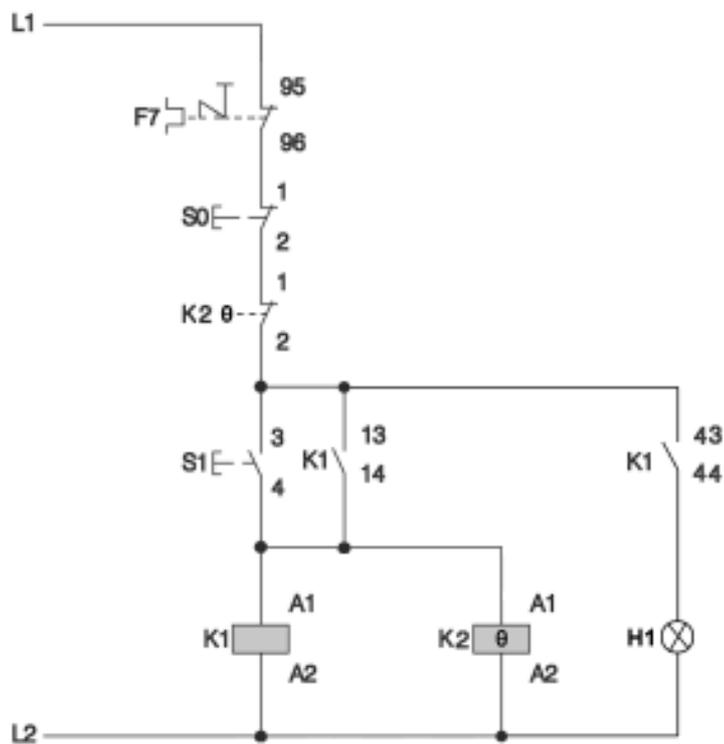
Nessa atividade o relé de tempo vai desligar o motor elétrico quando a período pré-ajustado no relé for atingido.

Lista de equipamentos necessários

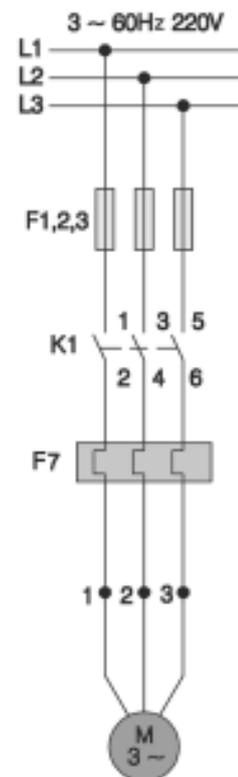
- 01 Motor trifásico assíncrono
- 01 Contator de potência
- 01 Relé térmico
- 05 Bases de fusíveis diazed
- 03 Fusíveis diazed 16 A
- 01 Relé de tempo
- 01 Sinalizador luminoso
- 01 Botão pulsador verde - 1NA
- 01 Botão pulsador vermelho - 1NF

Esquemas de ligações

Circuito de comando



Circuito principal



Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito de comando conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
4. Testar o funcionamento do circuito de comando;
 - a. Acionar o botão S1 para ligar o contator K1. O sinalizador H1 deve acender nesse momento;
 - b. Acionar o botão S0 para desligar o contator K1. O sinalizador H1 deve apagar;
5. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
6. Montar o circuito principal conforme o esquema de ligações apresentado;
7. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
8. Testar o funcionamento do circuito com a alimentação elétrica do motor;
 - a. Regular o relé de tempo para um valor de aproximadamente 10 segundos;
 - b. Ligar o motor acionando o botão liga - S1;
 - c. Observar que depois do tempo ajustado o motor desliga;
9. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
10. Desmontar os circuitos e guardar os equipamentos utilizados.

Motor trifásico com inversão de rotação e fim de curso

4

Instalações com contatores

Atividade

As chaves fim-de-curso têm uma extensa utilização nas plantas industriais, pois sinalizam que um determinado equipamento, sistema ou peça chegou ao ponto desejado.

Quando isso ocorre, o fim-de-curso posicionado nesse ponto desliga o motor que impulsiona o sistema.

Essa atividade consiste de um circuito com reversão da rotação do motor utilizando contatores e o comando de limite de curso monitorado pela chave fim-de-curso.

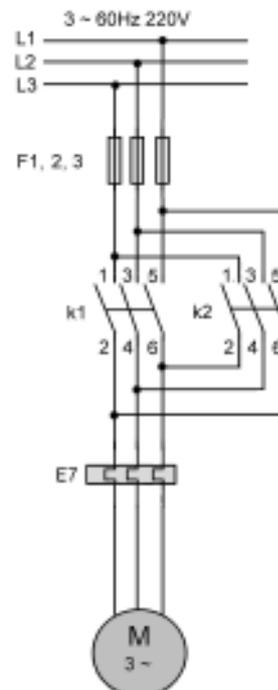
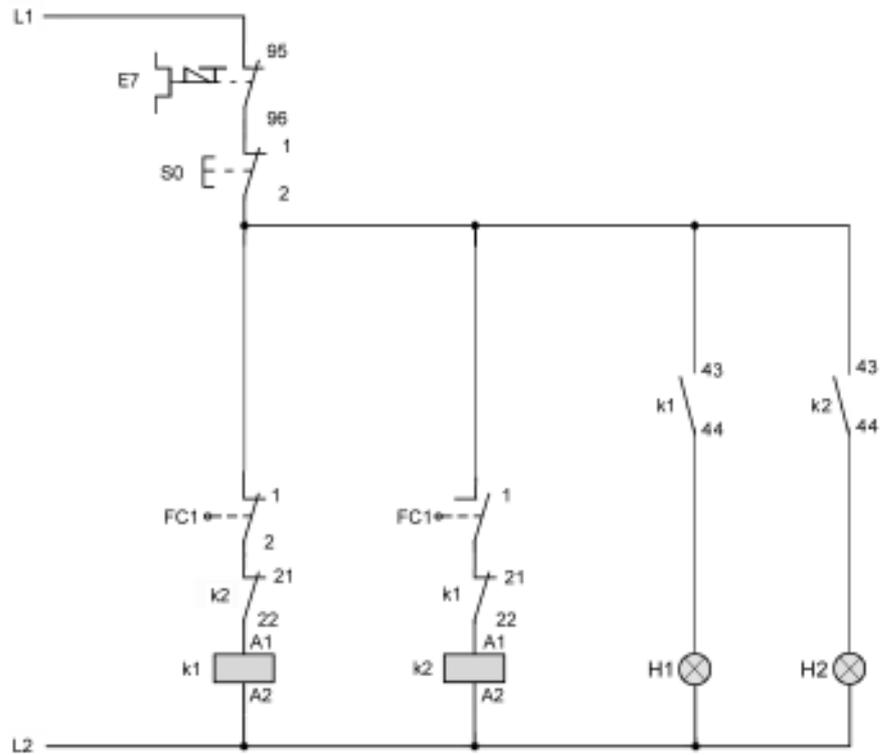
Desta forma será possível simular um sistema industrial com dois sentidos de movimento (uma esteira, por exemplo) monitorado por chave fim-de-curso. O fim-de-curso, quando acionado, inverte o sentido de rotação do motor.

Lista de equipamentos necessários

- 01 Motor trifásico assíncrono
- 02 Contatores de potência
- 01 Relé térmico
- 05 Bases de fusíveis diazed
- 03 Fusíveis diazed 16 A
- 02 Sinalizadores luminosos
- 01 Botão pulsador de emergencia
- 01 Chave fim-de-curso

Circuito de comando

Esquemas de ligações



Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito de comando e principal, conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Precionar o botão de emergencia
4. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
5. Testar o funcionamento do circuito de comando;
 - a. Liberar o botão de emergencia S0. Deve ligar o motor em um sentido de rotação;
 - b. Acionar a chave fim de curso FC1. O sentido de rotação do motor deve inverter.
 - c. Observar que cada vez que a chave fim de curso é acionada, a rotação do motor é invertida.
 - d. Precionar o botão de emergencia S0. Deve desligar o motor;Observação: Os sinalizadores acendem indicando a sentido de rotação;
6. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
7. Desmontar os circuitos e guardar os equipamentos utilizados.

Partida estrela-triângulo

5

Instalações com contatores

Atividade

O sistema de partida estrela-triângulo é um dos mais utilizados nas plantas industriais devido sua praticidade, eficiência e baixo custo.

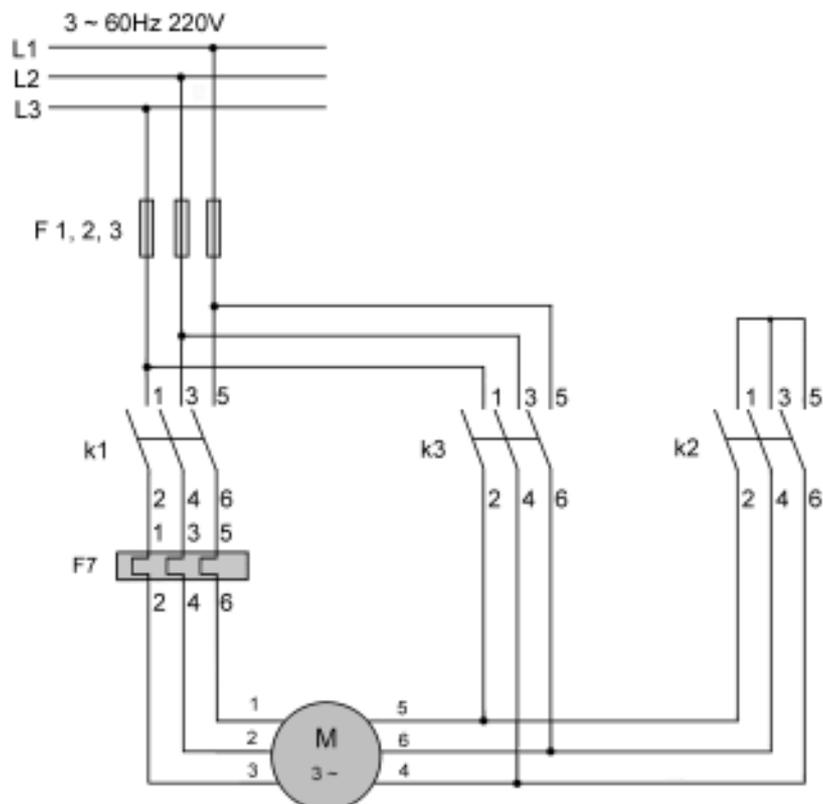
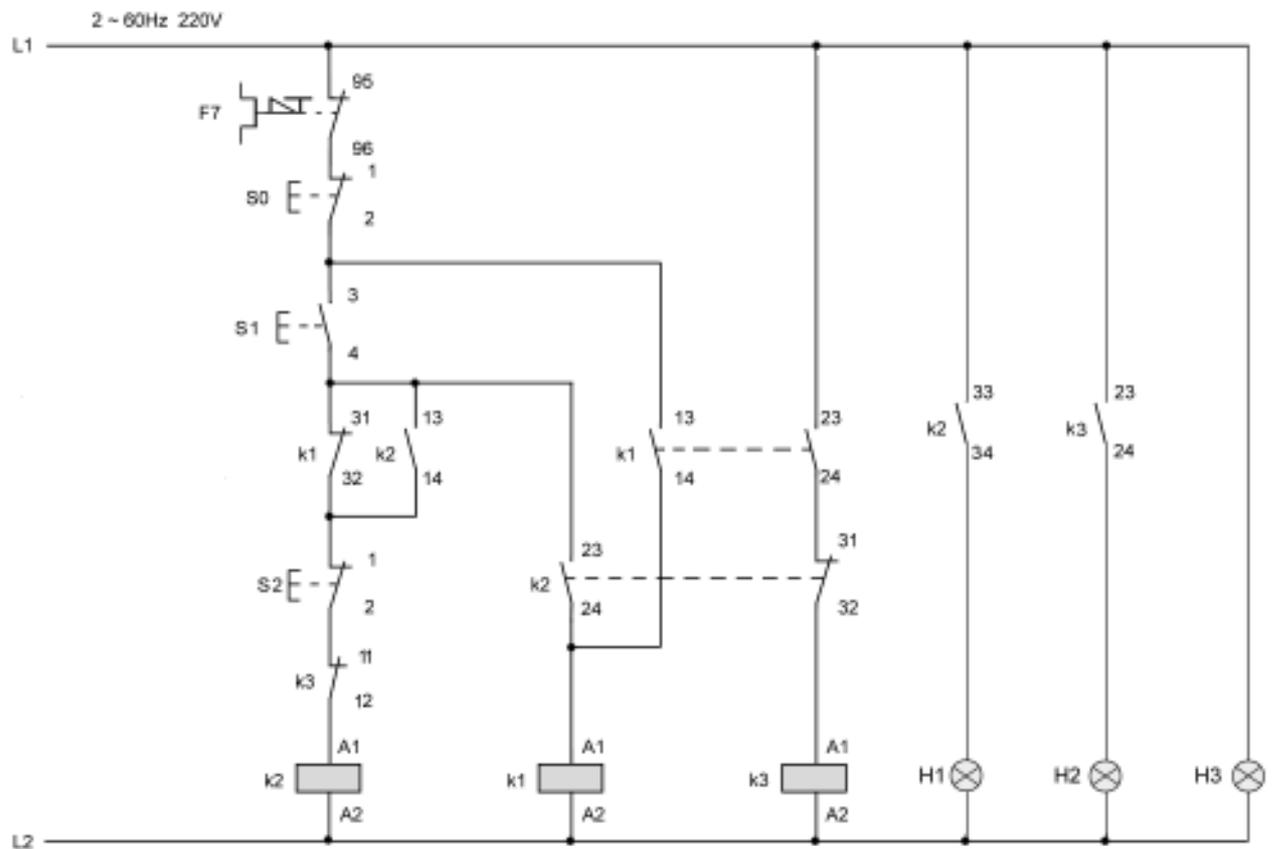
Nessa atividade você vai montar um circuito para partida estrela-triângulo de motor elétrico utilizando contadores e vai comprovar a diferença entre as correntes elétricas nas duas ligações.

O sistema será monitorado por sinalizadores, alertando se tem tensão no circuito e em qual fechamento o motor está funcionando.

Lista de equipamentos necessários

- 01 Motor trifásico assíncrono
- 03 Contadores de potência
- 01 Relé térmico
- 05 Bases de fusíveis diazed
- 03 Fusíveis diazed 16 A
- 03 Sinalizadores luminosos
- 01 Botão pulsador verde - 1NA
- 01 Botão pulsador preto - 1NF
- 01 Botão pulsador vermelho - 1NF
- 01 Alicates amperímetro

Esquemas de ligações



Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito de comando conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
4. Testar o funcionamento do circuito de comando;
 - a. Acionar o botão S1. Os contatores K1 e K2 devem ser acionados e o sinalizador H1 deve acender;
 - b. Acionar o botão S2. O contator K2 é desernezigado e o contator K3 é energizado, desta forma o sinalizador H1 apaga e o sinalizador H2 acende;
 - c. Acionar o botão S0. Os contatores K1 e K3 são desernezigados e o sinalizador H2 apaga;
5. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
6. Montar o circuito principal conforme o esquema de ligações apresentado;
7. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
8. Testar o funcionamento do circuito com a alimentação elétrica do motor;
 - a. Ligar o motor na ligação estrela. Acionar o botão S1;
 - b. Medir a corrente elétrica do motor utilizando o alicate amperímetro;
 - c. Ligar o motor na ligação triângulo. Acionar o botão S2;
 - d. Medir a corrente elétrica do motor utilizando o alicate amperímetro;
 - e. Comparar os valores de corrente elétrica nas duas ligações e comprovar que na ligação estrela a corrente é aproximadamente 1/3 da corrente na ligação triângulo;
 - f. Desligar o motor. Acionar o botão S0;
9. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
10. Desmontar os circuitos e guardar os equipamentos utilizados.

Partida estrela-triângulo com temporização

6

Instalações com contatores

Atividade

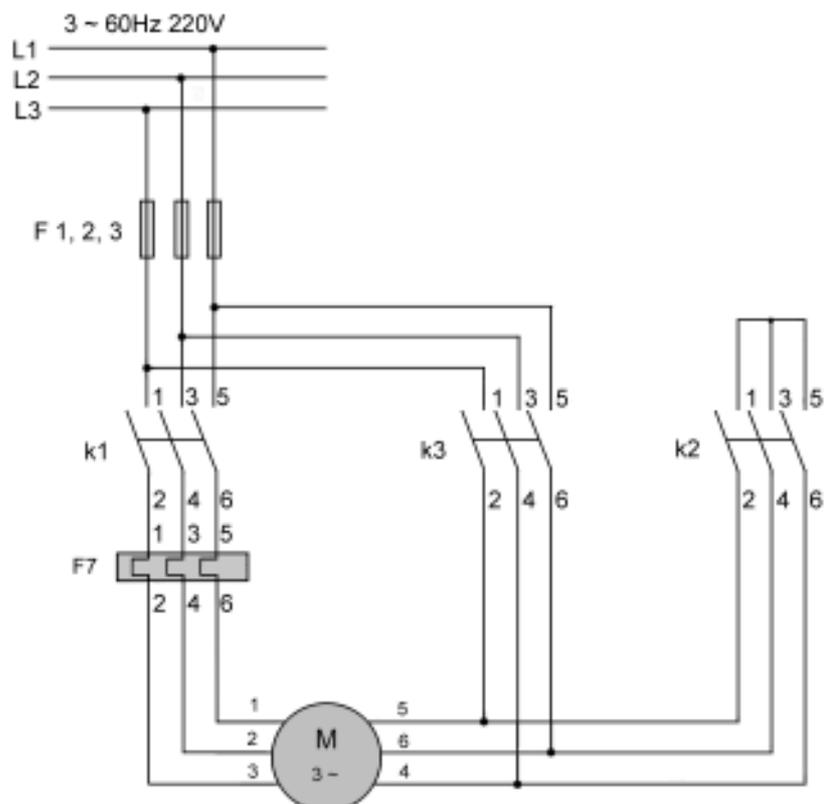
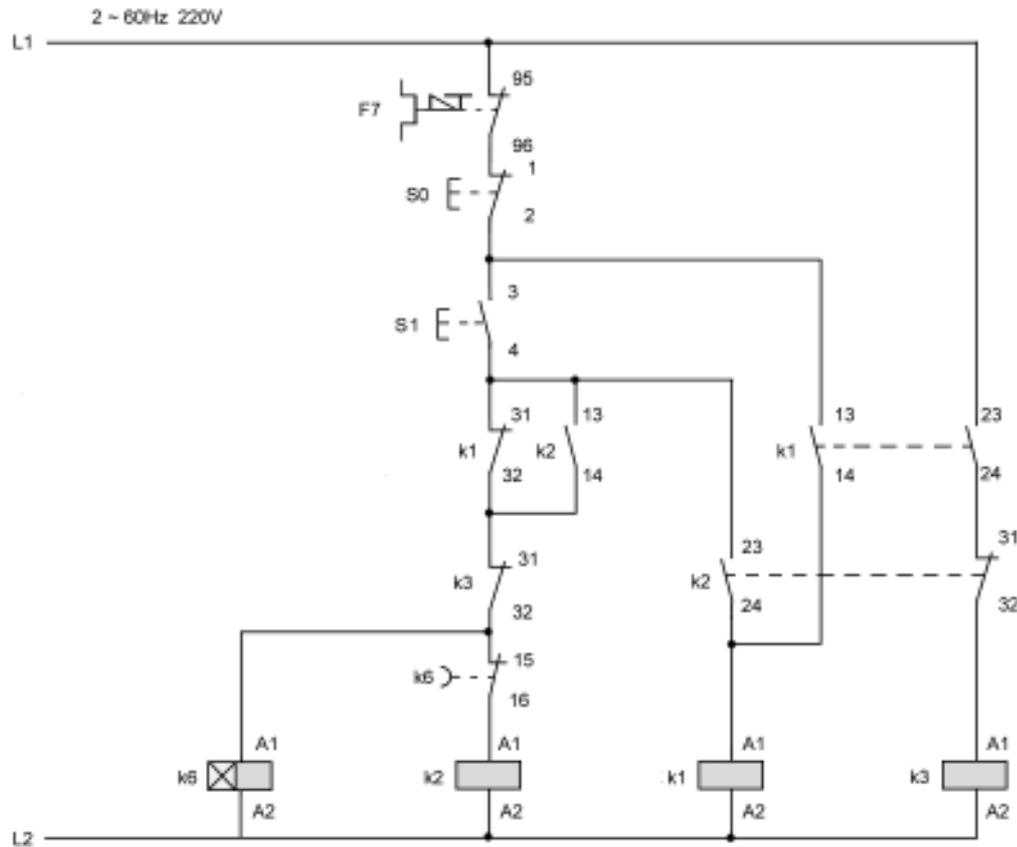
A comutação do fechamento estrela para triângulo normalmente ocorre de forma automática, ou seja, o motor parte em estrela e após um tempo predeterminado por um relé de tempo ele é comutado automaticamente para triângulo sem a necessidade de atuação de um operador acionando um botão.

Nessa atividade você vai montar um circuito estrela-triângulo com contatores e temporizadores.

Lista de equipamentos necessários

- 01 Motor trifásico assíncrono
- 03 Contatores de potência
- 01 Relé de tempo
- 01 Relé térmico
- 05 Bases de fusíveis diazed
- 03 Fusíveis diazed 16 A
- 03 Sinalizadores luminosos
- 01 Botão pulsador verde - 1NA
- 01 Botão pulsador vermelho - 1NF

Esquemas de ligações



Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito de comando conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
4. Testar o funcionamento do circuito de comando;
 - a. Ajustar o relé de tempo para 3 segundos;
 - b. Acionar o botão S1. Os contadores K1 e K2 devem ser acionados. Após o período ajustado para temporização de K6 (3 segundos) ele deve atuar desligando K2 e sucessivamente K3 é energizado;
 - c. Acionar o botão S0. Os contadores K1 e K3 são deserenergizados;
5. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
6. Montar o circuito principal conforme o esquema de ligações apresentado;
7. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
8. Testar o funcionamento do circuito com a alimentação elétrica do motor;
 - a. Ligar o motor na ligação acionando o botão S1. O motor deve partir em estrela (contadores K1 e K2), passando 3 segundos deve ocorrer a comutação para a ligação triângulo (contadores K1 e K3);
 - b. Desligar o motor utilizando o botão S0;
 - c. Simular uma sobrecarga no motor para testar a atuação do circuito de comando. Ligar o motor e após a comutação de estrela para triângulo, acionar o botão teste-desliga do relé térmico. O motor deve ser deserenergizado;
9. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
10. Desmontar os circuitos e guardar os equipamentos utilizados.

Partida compensada com autotransformador

7

Instalações com contadores

Atividade

A partida direta de motores elétricos pode causar uma série de problemas na rede de alimentação, por isso utilizamos sistemas de partidas alternativos para atenuar esse problema.

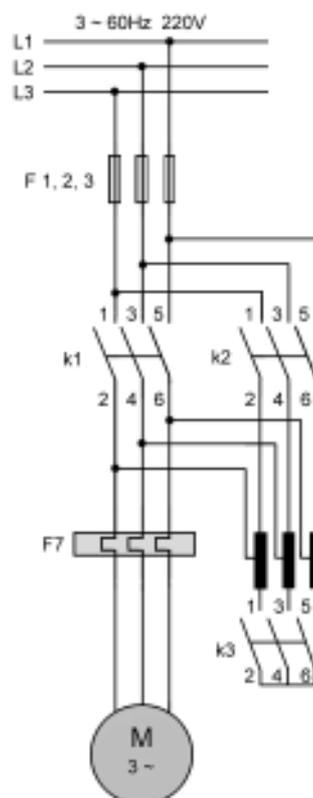
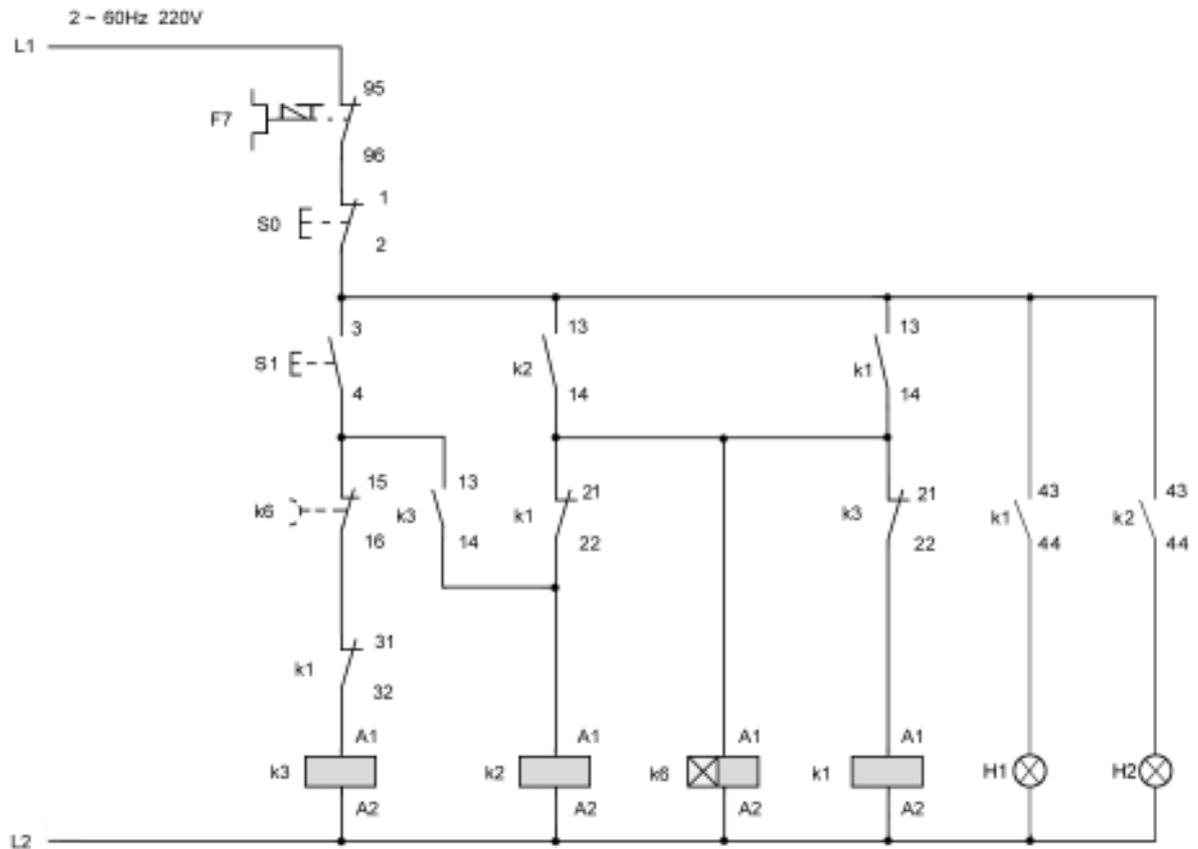
Você já comprovou a eficiência da partida estrela-triângulo em atividades anteriores e agora vai ter a oportunidade de utilizar um sistema de partida compensada com autotransformador.

Nesse sistema de partida, o motor parte com tensão reduzida de acordo com o tap utilizado do autotransformador e após um tempo predeterminado ocorre uma comutação nos terminais do motor para tensão direta de alimentação.

Lista de equipamentos necessários

- 01 Motor trifásico assíncrono
- 01 Autotransformador para partida compensada
- 03 Contatores de potência
- 01 Relé de tempo
- 01 Relé térmico
- 05 Bases de fusíveis diazed
- 03 Fusíveis diazed 16 A
- 02 Sinalizadores luminosos
- 01 Botão pulsador verde - 1NA
- 01 Botão pulsador vermelho - 1NF

Esquemas de ligações



Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito de comando conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
4. Testar o funcionamento do circuito de comando;
 - a. Ajustar o relé de tempo para 3 segundos;
 - b. Acionar o botão S1. Os contatores K2 e K3 devem ser acionados e o sinalizador H2 deve acender. Após o período ajustado para temporização de K6 (3 segundos) ele deve atuar desligando K2 e K3. Simultaneamente K1 é energizado. Nesse momento, o sinalizador H2 apaga e o sinalizador H1 acende;
 - c. Acionar o botão S0. O contatores K1 e desenergizado;
5. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
6. Montar o circuito principal conforme o esquema de ligações apresentado;
7. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
8. Testar o funcionamento do circuito com a alimentação elétrica do motor;
 - a. Ligar o motor na ligação acionando o botão S1. O motor deve partir com tensão reduzida (contatores K2 e K3), passando 3 segundos deve ocorrer a comutação para tensão direta (contator K1);
 - b. Desligar o motor utilizando o botão S0;
Observação: Medir a tensão e a corrente nos terminais do motor nas duas situações; com autotransformador (antes da atuação de K6) e com tensão direta (contator K1 energizado);
9. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
10. Desmontar os circuitos e guardar os equipamentos utilizados.

Motor trifásico com frenagem eletromagnética

8

Instalações com contatores

Atividade

Em alguns sistemas industriais é necessário que o motor pare imediatamente no momento em que o botão desliga é acionado.

Uma das formas de conseguir essa frenagem é através de um campo magnético estático nas bobinas do motor.

Esse campo é obtido com a alimentação de tensão contínua no estator do motor.

Nessa atividade você vai montar um circuito de motor trifásico com reversão e frenagem eletromagnética.

Lista de equipamentos necessários

- 01 Motor trifásico assíncrono
- 04 Contatores de potência
- 01 Relé térmico
- 01 Ponte retificadora
- 01 Transformador monofásico
- 03 Bases de fusíveis diazed
- 03 Fusíveis diazed 16 A
- 03 Sinalizadores luminosos
- 01 Botão pulsador vermelho - 1NA + 1NF
- 02 Botões pulsadores verde - 1NA
- 02 Botões pulsadores preto - 1NA

Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito de comando conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
4. Testar o funcionamento do circuito de comando;
 - a. Acionar o botão S1. O contator K1 é energizado e o sinalizador H1 deve acender;
 - b. Acionar o botão S0. O contator K1 deve ser deserenergizado e simultaneamente K3 e K4 são energizados. Nesse momento H1 apaga e H3 acende. Ao soltar o dedo do botão S0 o circuito é deserenergizado, K3 e K4 voltam a posição de repouso e H3 apaga;
 - c. Acionar S2. O contator K2 é energizado e o sinalizador H2 deve acender;
 - d. Acionar S0. O contator K2 deve ser deserenergizado e simultaneamente K3 e K4 são energizados. Nesse momento H2 apaga e H3 acende. Ao soltar o dedo do botão S0 o circuito é deserenergizado, K3 e K4 voltam a posição de repouso e H3 apaga;
5. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
6. Montar o circuito principal conforme o esquema de ligações apresentado;
7. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
8. Testar o funcionamento do circuito com a alimentação elétrica do motor;
 - a. Ligar o motor no sentido horário. Botão S1;
 - b. Desligar o motor. Botão S0.
Observar que a parada do eixo do motor é instantâneo devido a frenagem;
 - c. Ligar o motor no sentido anti-horário. Botão S2;
 - d. Desligar o motor e observar a frenagem. Botão S0;
9. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
10. Desmontar os circuitos e guardar os equipamentos utilizados.

Semáforo

9

Instalações com contatores

Atividade

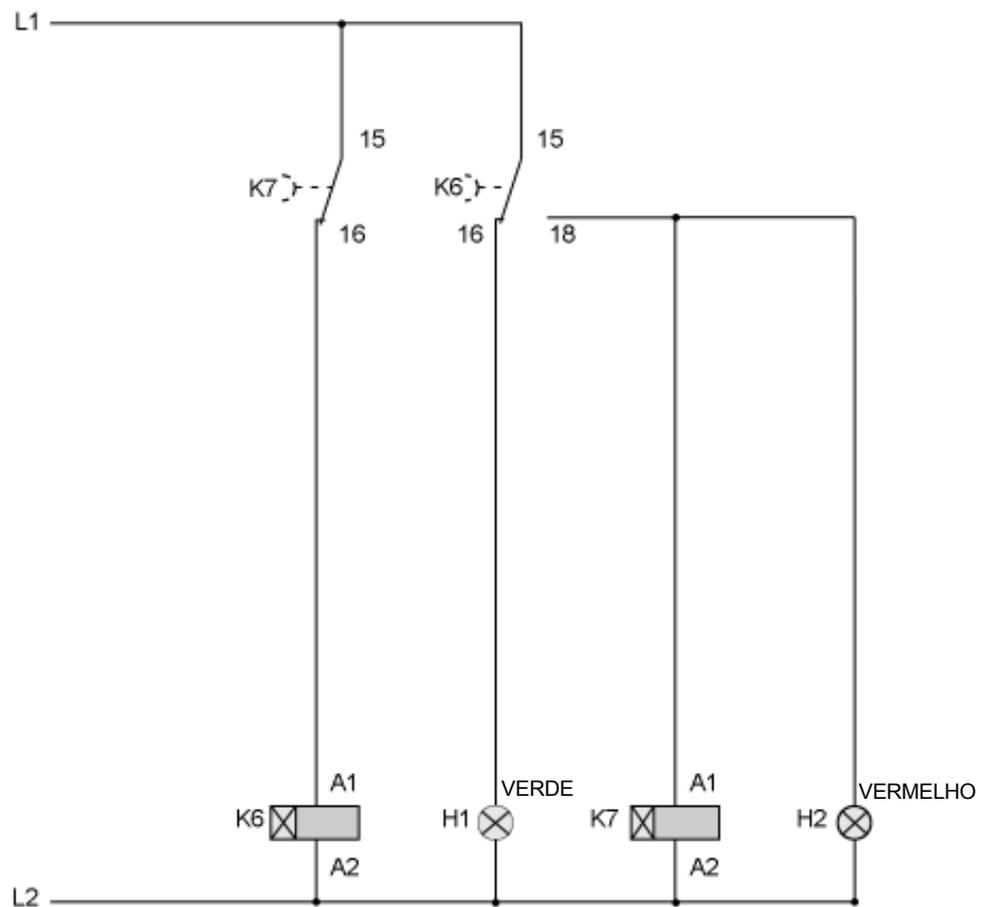
A facilidade de raciocínio lógico ajuda muito o projetista no desenvolvimento de comandos elétricos e isso se consegue treinando.

Nessa tarefa você vai treinar seu raciocínio lógico na montagem de um circuito de semáforo.

Lista de equipamentos necessários

- 02 Relés de tempo
- 01 Sinalizador luminoso verde
- 01 Sinalizador luminoso vermelho

Esquema de ligações



Procedimentos

1. Observar se o disjuntor de alimentação elétrica da bancada está desligado;
2. Montar o circuito conforme o esquema de ligação apresentado;
3. Ajustar os relés de tempo para: $K6 = 10\text{ s}$ e $K7 = 4\text{ s}$;
4. Ligar o disjuntor de alimentação elétrica da bancada;
5. Testar o funcionamento do circuito;
 - a. Os sinalizadores devem acender de forma sucessiva: verde (H1) e vermelho (H2);
6. Desligar o disjuntor de alimentação da bancada;
7. Desmontar os circuitos e guardar os equipamentos utilizados.