



NE5120 – Engenharia Elétrica II

Painel de Comando Elétrico

Elaborado: Prof. Luís Caldas

- Visão de comando elétrico;
- Normas e procedimentos e segurança;
- Conceitos componentes elétricos;
- Aplicações e exemplos.



Comando Eléctrico

- Definições e normas técnicas;
- Grau de protecção IP;
- Elementos de um painel eléctrico;
- Tipos de montagens no painel eléctrico;
- Aplicações.

O que é um painel elétrico

- Um painel elétrico de comando industrial é um alojamento para alojar em seu interior elementos ou componentes elétricos em seu interior.





Normas Técnicas

- A construção do painel elétrico segue normas
- NBR 5410:04 - Instalações elétricas de baixa tensão - procedimento
- NBR 5419:05 - Proteção de estrutura contra descargas atmosféricas - procedimento
- NBR 13534:95 - Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde - requisitos para segurança
- NBR 13570:96 - Instalações elétricas em locais de afluência de público - procedimento
- NBR 14306:99 - Proteção elétrica e compatibilidade eletromagnética em redes internas de telecomunicações em edificações - Projeto
- NBR 14639:01 - Posto de serviço - Instalações elétricas



Normas NBR de proteção

Esta proteção é definida por duas normas brasileiras:

NBR 6146 *Invólucros de Equipamentos Elétricos - Proteção*

NBR 9884 *Máquinas Elétricas Girantes - Graus de Proteção Proporcionalizados pelos Invólucros.*

a) Proteção de pessoas contra o contato a partes energizadas sem isolamento; contra o contato as partes móveis no interior do invólucro e proteção contra a entrada de corpos sólidos estranhos.

b) Proteção do equipamento contra o ingresso de água em seu interior.

As normas NBR 6146 e NBR 9884 foram baseadas em normas internacionais. Isto significa que o Brasil passou a adotar a terminologia internacional e não mais a terminologia de proteção de invólucros de origem americana, ou seja, a designação NEMA de invólucros. Os invólucros são designados por uma simbologia que é composta de uma sigla “IP”, seguido de dois dígitos, que classificam o grau de proteção do equipamento elétrico.

Tabela do grau de proteção IP

TABELA PARA GRAU DE PROTEÇÃO PARA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS		
PRIMEIRO DÍGITO		
Dígito	Descrição	Proteção Dada
0	Não protegido.	Sem proteção especial.
1	Protegido contra objetos sólidos maiores que 50mm.	Grande superfície do corpo humano como a mão. Nenhuma proteção contra penetração liberal no equipamento.
2	Protegido contra objetos sólidos maiores que 12mm.	Dedos ou objetos de comprimento maior do que 80mm, cuja menor dimensão é maior do que 12mm.
3	Protegido contra objetos sólidos maiores que 2,5mm.	Ferramentas, fios, etc, de diâm. e espessura maiores que 2,5mm, cuja menor dimensão é maior que 2,5mm.
4	Protegido contra objetos sólidos maiores que 1,0mm.	Fios, fitas de largura maior do que 1,0mm, objetos cuja menor dimensão seja maior do que 1,0mm.
5	Proteção relativa contra poeira e contato a partes internas ao invólucro.	Não totalmente vedado contra poeira, mas se penetrar não prejudicará o funcionamento do equipamento.
6	Totalmente protegido contra penetração de poeira e contato a partes internas ao invólucro.	Não é esperada nenhuma penetração de poeira no interior do invólucro.

TABELA PARA GRAU DE PROTEÇÃO PARA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

SEGUNDO DÍGITO		
Dígito	Descrição	Proteção Dada
0	Não protegido.	Nenhuma proteção especial. Invólucro aberto.
1	Protegido contra queda vertical de gotas de água.	Gotas de água caindo na vertical não prejudicam o equipamento. (condensação).
2	Protegido contra queda de água com inclinação de 15° com a vertical.	Gotas de água não tem efeito prejudicial para inclinações de até 15° com a vertical.
3	Protegido contra água aspergida.	Água aspergida de 60° com a vertical não tem efeitos prejudiciais ao equipamento.
4	Protegido contra projeções de água.	Água projetada de qualquer direção não tem efeito prejudicial.
5	Protegido contra jatos de água.	Água projetada por bico em qualquer direção não tem efeitos prejudiciais sobre o equipamento.
6	Protegido contra ondas do mar.	Água em forma de onda, ou jatos potentes não tem efeitos prejudiciais ao equipamento.
7	Protegido contra os efeitos de imersão.	Sob certas condições de tempo e pressão não há penetração de água. Ex: inundações.
8	Protegido contra submersão.	Adequado à submersão contínua sob condições específicas. Ex: Equipamento submerso.

Tabela do grau de proteção IP

1º algarismo característico: Proteção contra o ingresso de corpos sólidos estranhos e contra o acesso a partes perigosas		2º algarismo característico: Proteção contra a penetração de líquidos
Indicação relativa à proteção do equipamento	Indicação relativa à proteção das pessoas	Indicação relativa à proteção do equipamento
0 Não protegido	Não protegido	0 Não protegido
1 Proteção contra corpos sólidos superiores a 50mm	Proteção contra o acesso com o dorso da mão	1 Proteção contra quedas verticais de gotas d'água
2 Proteção contra corpos sólidos superiores a 12,5mm	Proteção contra o acesso com o dedo.	2 Proteção contra quedas de gotas d'água até 15° da vertical
3 Proteção contra corpos sólidos superiores a 2,5mm	Proteção contra o acesso com ferramenta.	3 Proteção contra chuva até 60° da vertical
4 Proteção contra corpos sólidos superiores a 1mm		4 Proteção contra projeções d'água de qualquer direção
5 Proteção contra poeira (admite-se ingresso limitado sem formação de depósitos nocivos)	Proteção contra o acesso com fio.	5 Proteção contra jatos d'água de baixa pressão de qualquer direção
6 Proteção total contra a penetração de poeira.		6 Proteção contra fortes jatos d'água, assimiláveis a vagas ou ondas do mar
		7 Proteção contra os efeitos da imersão (imersão entre 15 cm a 1m)
		8 Proteção contra os efeitos da submersão (imersão prolongada sob pressão)

Elementos do painel elétrico



Tipos de elementos

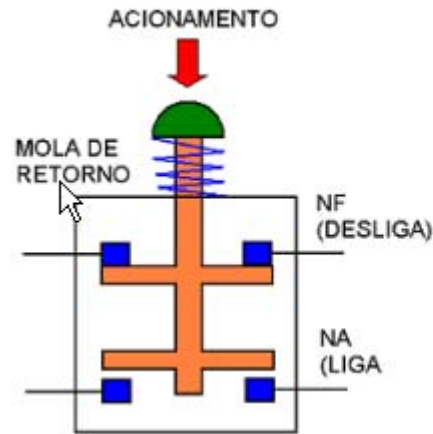
1. Barramento elétrico:

- Barramentos de cobre são barras que são utilizadas em montagens elétricas economizando espaço facilitando assim a montagem de painéis elétricos;
- Os barramentos, são usados em quadros de distribuições e em grandes montagens de CCM.(Centro de Controle de Motores);



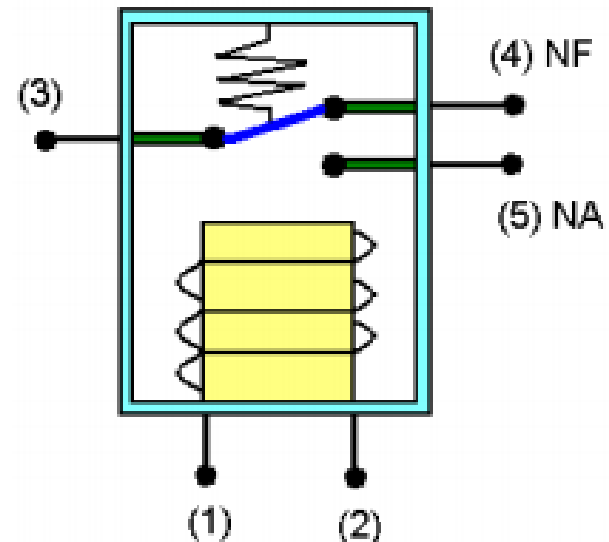
Tipos de elementos

- **2. Botão de comando:** Usado para diversas finalidades, como acionamento de elementos de potência, partida de motores. Na “chave industrial” ou botoeira há o retorno para a posição de repouso através de uma mola.
- O conceito é fundamental para compreender o porque da existência de um selo no circuito de comando.



Tipos de elementos

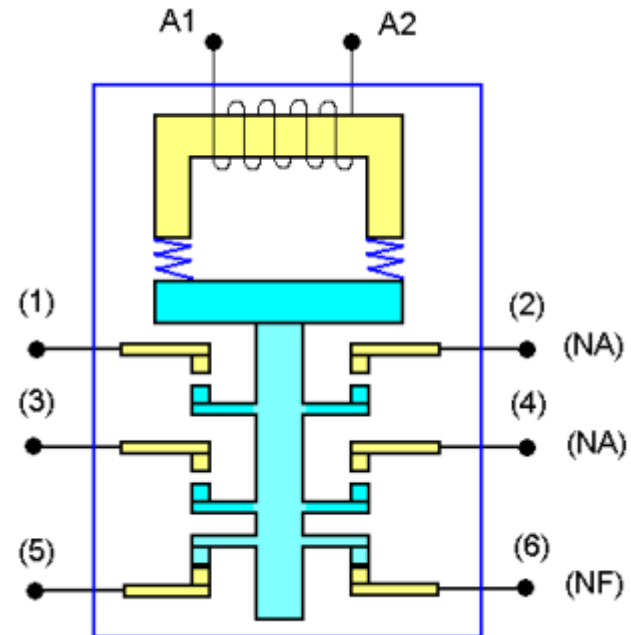
- **3. Relés de Comando:**
- Os relés são os elementos fundamentais de manobra de cargas elétricas, pois permitem a combinação de lógicas no comando, bem como a separação dos circuitos de potência e comando.
- Os mais simples constituem-se de uma carcaça com cinco terminais.



Os terminais (1) e (2) bobina de excitação. O terminal (3) é entrada e os terminais (4) e (5) correspondem aos contatos (NF) e (NA), respectivamente.

Tipos de elementos

- **4. Contator magnético:**
- É um elemento eletromecânico de comando a distância, com uma única posição de repouso e sem travamento;



Obs.: Uma parte do núcleo magnético é móvel, e é atraída por forças de ação magnética quando a bobina é percorrida por corrente e cria um fluxo magnético. Quando não circula corrente pela bobina de excitação essa parte do núcleo é repelida por ação de molas.

Tipos de elementos

- **5. Fusíveis de proteção:**
- Fusíveis são elementos presentes em equipamentos elétricos, para proteção de sobrecorrente em máquinas, entre outros. Tecnicamente falando estes são elementos que destinam-se a proteção contra correntes de curto-circuito.
- Atuação por fusão de um elemento por efeito Joule, provocado pela súbita elevação de corrente. Tem propriedades físicas, ponto de fusão é inferior ao ponto de fusão do cobre.



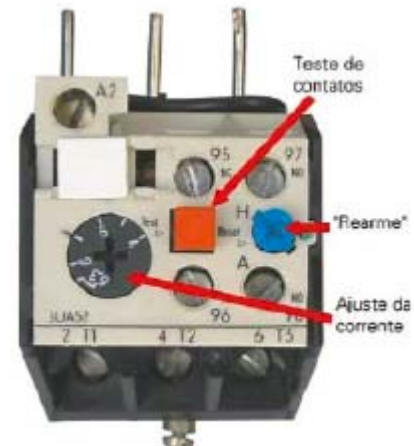
Tipos de elementos

- **6. Disjuntores:**
- Os disjuntores estão presentes em instalações residenciais, embora sejam menos comuns do que os fusíveis.;
- São elementos que também destinam-se a proteção contra correntes de curto-circuito.
- Em alguns casos, quando há o elemento térmico os disjuntores também podem se destinar a proteção contra correntes de sobrecarga.



Tipos de elementos

- **6. Relé térmico:**
- Antigamente a proteção contra corrente de sobrecarga era feita por um elemento separado denominado de relé térmico. Este elemento é composto por uma junta bimetálica que se dilatava na presença de uma corrente acima da nominal por um período de tempo longo. Atualmente os disjuntores englobam esta função e sendo assim os relés de sobrecarga caíram em desuso.



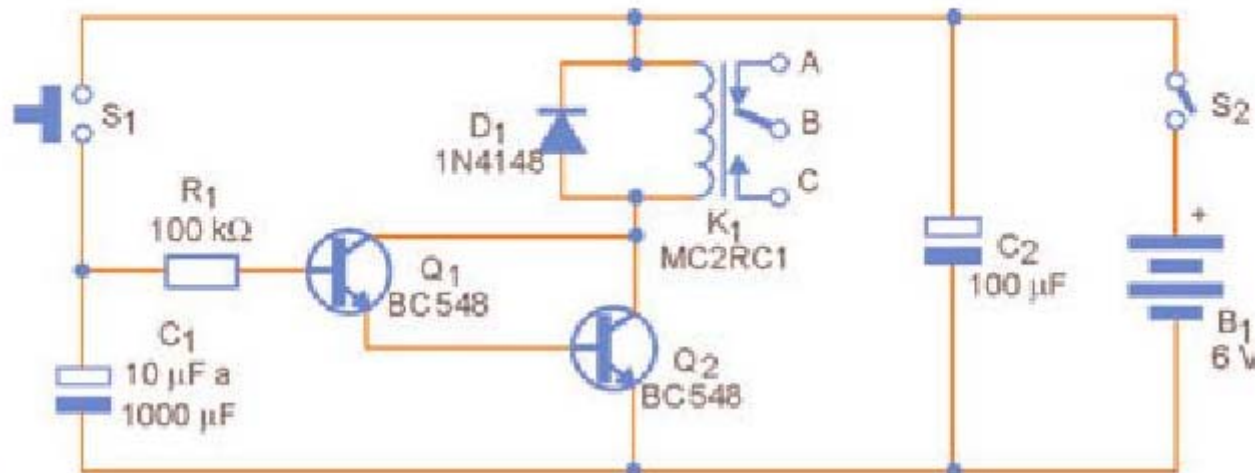
Tipos de elementos

7. Relé de tempo:

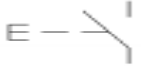
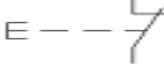
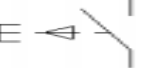

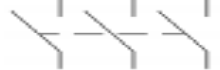

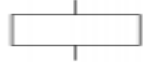



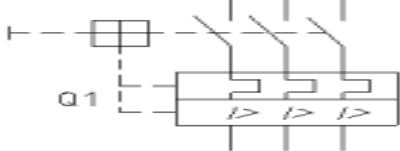

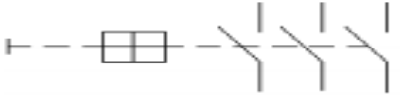



- Temporizador monitora o tempo e aciona a sua saída;
- Saída pode ser pulso de tensão ou contato elétrico;
- Pode ter vários tipos de ligamentos da saída.



Diagrama do Relé de tempo

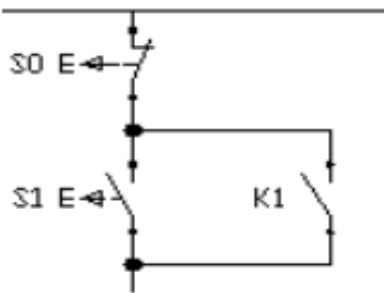


Simbologia

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	Botoeira NA		Botoeira NF
	Botoeira NA com retorno por mola		Botoeira NF com retorno por mola
	Contatos tripolares NA, ex: contator de potência		Fusível
	Acionamento eletromagnético, ex: bobina do contator		Contato normalmente aberto (NA)
	Relé térmico		Contato normalmente fechado (NF)
	Disjuntor com elementos térmicos e magnéticos, proteção contra correntes de curto e sobrecarga		Acionamento temporizado na ligação
	Disjuntor com elemento magnético, proteção contra corrente de curto-circuito		Lâmpada / Sinalização
	Transformador trifásico		Motor Trifásico

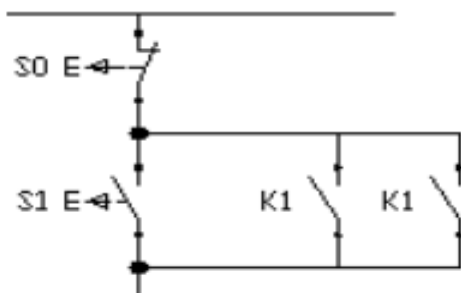
Conceitos sobre manobras

A) Selo



O contato de selo é sempre ligado em paralelo com o contato de fechamento da botoeira. Sua finalidade é de manter a corrente circulando pelo contator, mesmo após o operador ter retirado o dedo da botoeira.

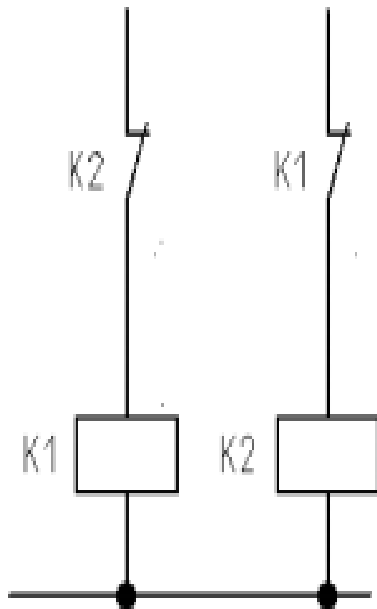
B) Selo com dois contatos



Para obter segurança no sistema, pode-se utilizar dois contatos de selo.

Manobra de motores

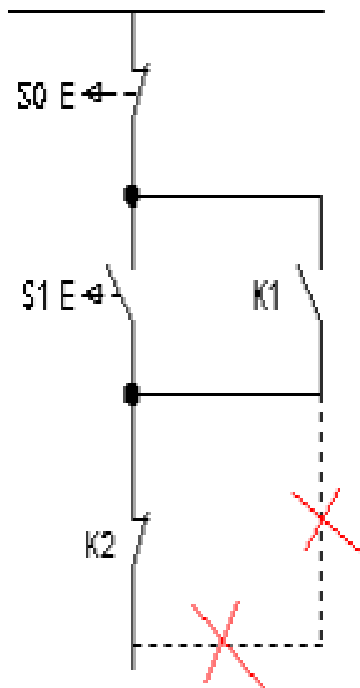
C) Intertravamento



Em algumas manobras, onde existem 2 ou mais contatores, para evitar curtos é indesejável o funcionamento simultâneo de dois contatores. Utiliza-se assim o intertravamento. Neste caso os contatos devem ficar antes da alimentação da bobina dos contatores.

Manobra de motores

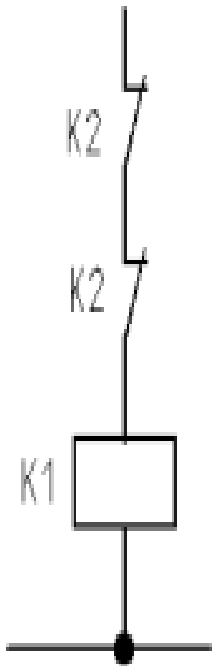
E) Circuito paralelo ao intertravamento



No caso de um intertravamento entre contatos, o contato auxiliar de selo, não deve criar um circuito paralelo ao intertravamento, caso este onde o efeito de segurança seria perdido.

Manobra de motores

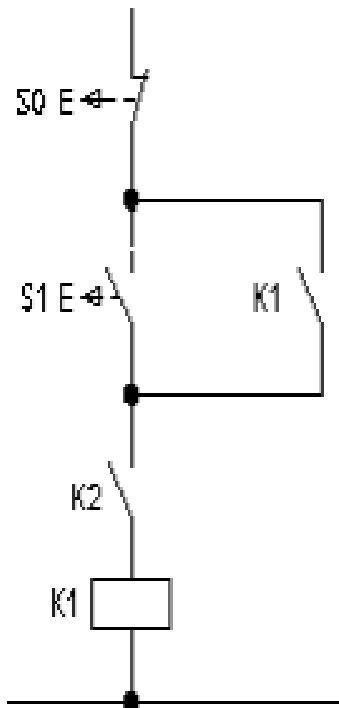
F) Intertravamento com dois contatos



Dois contatos de intertravamento, ligados em série, elevam a segurança do sistema. Estes devem ser usados quando acionando altas cargas com altas correntes.

Manobra de motores

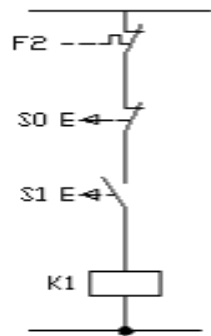
G) Ligamento condicionado



Um contato NA do contator K2, antes do contator K1, significa que K1 pode ser operado apenas quando K2 estiver fechado. Assim *condiciona-se* o funcionamento do contator K1 ao contator K2.

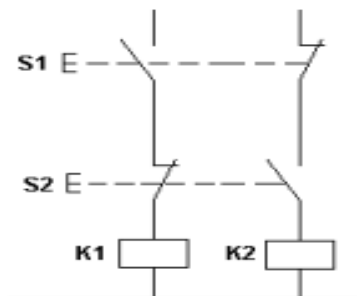
Manobra de motores

F) Proteção do sistema



Os relés de proteção contra sobrecarga e as botoeiras de desligamento devem estar sempre em série.

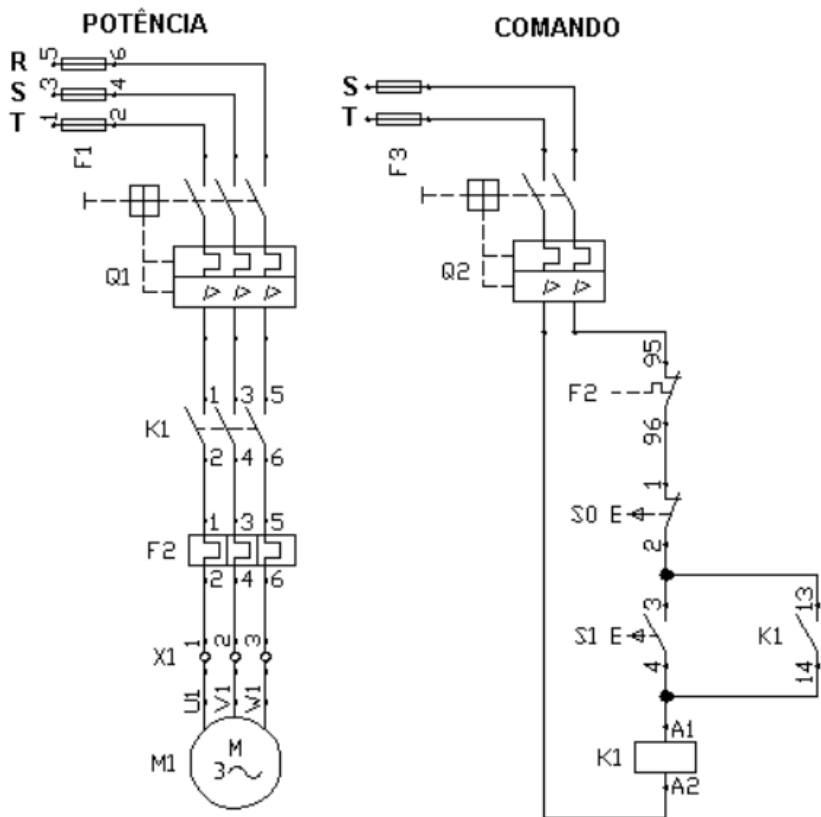
G) Intertravamento com botoeiras



O intertravamento, também pode ser feito através de botoeiras. Neste caso, para facilidade de representação, recomenda-se que uma das botoeiras venha indicada com seus contatos invertidos. Não se recomenda este tipo de ação em motores com cargas pesadas.

Aplicações de laboratório

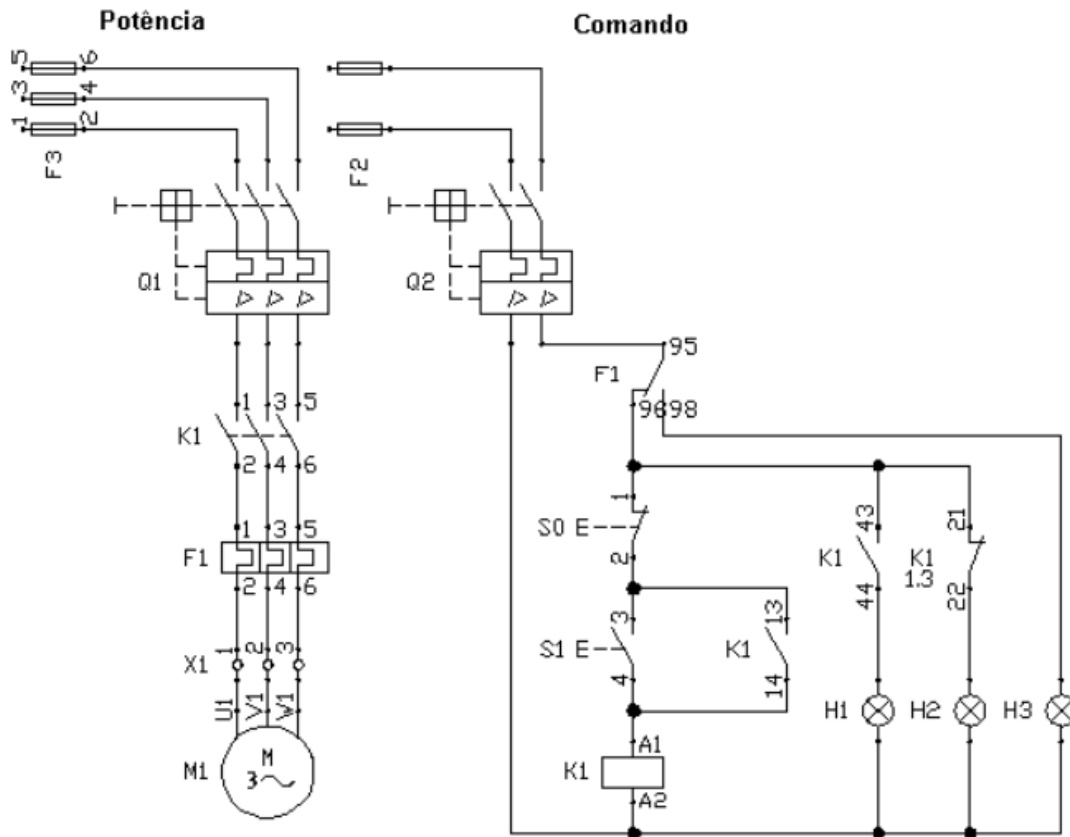
1. Circuito comando e potência partida direta de motores.



Componentes: 1 Disjuntor tripolar (Q1), 1 disjuntor bipolar (Q2), 1 relé térmico (F2), 1 contator (K1), 1 botoeira NF (S0), 01 botoeira NA (S1), 1 Motor trifásico (M1).

Aplicações de laboratório

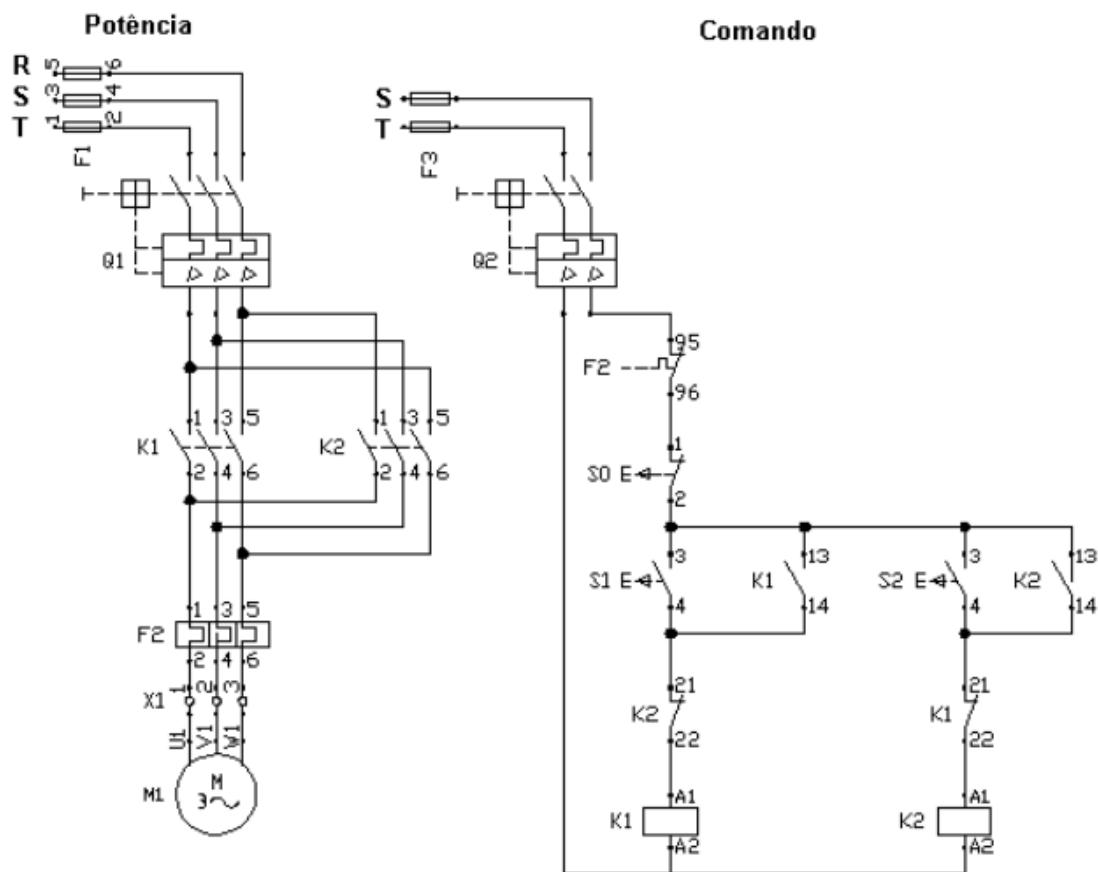
1. Partida direta de motores com sinalização.



Componentes: 1 Disjuntor tripolar (Q1), 1 disjuntor bipolar (Q2), 1 relé térmico (F1), 1 contator (K1), 1 botoeira NF (S0), 1 botoeira NA (S1), 1 Motor trifásico (M1), 1 lâmpada verde (H1), 1 lâmpada amarela (H2), 1 lâmpada vermelha (H3).

Aplicações de laboratório

1. Partida direta de motores com reversão



Componentes: 1 Disjuntor tripolar (Q1), 1 disjuntor bipolar (Q2), 1 relé térmico (F2), 2 contatores (K1 e K2), 1 botoeira NF (S0), 2 botoeiras NA (S1 e S2), 1 Motor trifásico (M1).