



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise de Falhas em Motores CA



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

O objetivo desse conteúdo, é abordar as noções fundamentais de funcionamento de componentes para acionamentos de máquinas elétricas , além da simbologia oficial e universal de projetos de acionamentos elétricos, fornecer subsídios técnicos para o auto desenvolvimento de habilidades , junto a interpretação de desenho

de diagramas , além da teoria básica para o dimensionamento de dispositivos de proteção, manobra e condutores elétricos, aplicados a comandos elétricos.



Prof. Ronaldo Lima



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Noções Fundamentais de Funcionamento de Componentes para Acionamentos de Máquinas Elétricas –Parte 1;
Noções Fundamentais de Funcionamento de Componentes para Acionamentos de Máquinas Elétricas –Parte 2;
Simbologia Oficial de Projetos de Acionamentos Elétricos;
Dimensionamento de Dispositivos de Proteção, Manobra e Condutores Elétricos

TESTE SEUS CONHECIMENTOS



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Comandos elétricos: O que são e onde são usados?

Em eletricidade, comandos elétricos ou acionamentos elétricos é uma disciplina que lida com projetos de circuitos elétricos para o acionamento de máquinas elétricas. A formação nesta disciplina visa conhecer e dimensionar os principais dispositivos de comando e proteção utilizados nestes circuitos, ler e interpretar os circuitos de comandos de máquinas elétricas e conhecer os principais métodos de acionamento destas máquinas



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

✓ **Acionamento convencional**

Nos acionamentos convencionais, também conhecidos como partidas convencionais de motores, usam-se dispositivos eletromecânicos para o acionamento do motor, como contatores.

✓ **Acionamento eletrônico**

Nos acionamentos eletrônicos, também conhecidos como partidas eletrônicas de motores, usam-se dispositivos eletrônicos que realizam o acionamento do motor, como soft-starters, inversores de frequência, contatores de estado sólido.



Noções Fundamentais de Funcionamento de Componentes para Acionamentos de Máquinas Elétricas

Dispositivos de proteção e Manobra

Os dispositivos de proteção têm a função de proteger os equipamentos, circuitos eletroeletrônicos, máquinas e instalações elétricas, contra alterações da tensão de alimentação e intensidade da corrente elétrica. Nestes circuitos, a proteção é normalmente garantida por fusíveis, relé térmico e disjuntor motor.

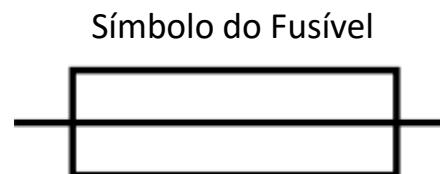
- ✓ Fusíveis ;
- ✓ Relés Térmicos;
- ✓ Disjuntores Motores e DTM.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Fusíveis NH

O fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Consiste de um filamento ou lâmina de um metal ou liga metálica de baixo ponto de fusão que fica em série com as fases um circuito elétrico, que demanda corrente. Quando ocorre um curto circuito ou uma sobrecarga , o filamento do fusível se funde, por efeito Joule, devido a intensidade de corrente elétrica . A ideia é a proteção da integridade dos condutores, com o risco de incêndio ou destruição de outros elementos do circuito.

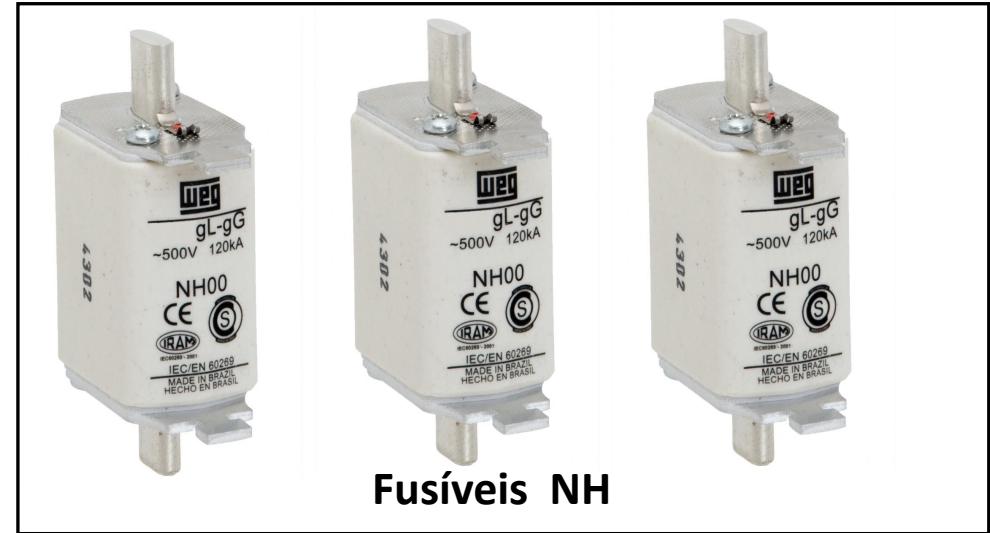


SOMOS ASSOCIADOS



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

CHAVE SECCIONADORA SACA FUSIVEL 3 POLOS



Fusíveis NH



Punho Saca Fusíveis



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Chave seccionadora com saca fusível, montado no quadro





CHAVE SECCIONADORA SACA FUSIVEL 3 POLOS

Normalmente esses modelos de chaves seccionadoras para fusíveis NH, estão disponíveis nas correntes de 100 A, 160 A, 250 A, 400 A e 630 A,

As principais características dessas chaves são que:

- ✓ Possuem tampa transparente que permite a visualização dos contatos (termografia);
- ✓ Existe a possibilidade de verificação do estado dos fusíveis através de orifícios na tampa;
- ✓ Possuem câmara de extinção de arco voltaico, em caso de uma reatância indutiva ou capacitiva;
- ✓ Outro recurso interessante é que , esse modelo específico, possui contato auxiliar instalado na chave, pra vc fazer um monitoramento remoto, através CLPs ou painéis sinóticos;
- ✓ Troca rápida dos fusíveis;
- ✓ Segurança na operação de fechamento e seccionamento e , por fim, fácil instalação.



Fusíveis NH

Existem vários modelos e formatos de fusíveis, que apesar de serem uma tecnologia de séculos passados , são amplamente usados até hoje em instalações elétricas industriais e tem aplicações diferente de disjuntores termomagnéticos moderno, devido suas curvas características de interrupção, que não podem ser reproduzidas por disjuntores simples, pois, quando a gente aplica os fusíveis NH, que são as iniciais de um termo alemão impronunciável , que significa "Baixa Tensão e Alta Capacidade de Interrupção"). Esses caras atendem a norma IEC 60269-2-1 e a NBR11841 e a Curva tempo versus Corrente, foram convencionadas com um conjunto de letras, sendo que a primeira letra denomina a "Faixa de Interrupção" e podem ser g ou a, onde:

"g" Significa (Atuação para sobrecarga e curto)

"a" Significa (Atuação apenas para curto-circuito)



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Atendem a norma IEC 60269-2-1 e a NBR11841 e a curva tempo versos Corrente, foram convencionadas com um conjunto de letras, sendo que a primeira letra denomina a "Faixa de Interrupção" e podem ser g ou a, onde:

- "g"** Significa (Atuação para sobrecarga e curto)
- "a"** Significa (Atuação apenas para curto-círcuito)

Já a segunda letra denomina a "Categoria de Utilização", que é faz referencia ao tipo de equipamento que o fusível irá proteger. Assim, nos temos as seguintes letras:

- "L/G"** - Proteção de cabos e uso geral
- "M"** - Proteção de Motores
- "R"**- Proteção de circuitos com semicondutores





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA



Esse fusível, que tem um “a” minúsculo e um “R” maiúsculo é um fusível para proteção de semicondutores, normalmente a eletrônica de potencia utiliza em retificadores, inversores, etc.

Esse fusíveis NH ultra rápidos são montados em corpo cerâmico de alta qualidade, preenchimento com areia de quartzo impregnada, pra mitigar ou extinguir qualquer arco voltaico e ,possui também , um elemento fusível em prata pura, que lhe confere uma fusão instantânea, além das conexões em cobre prateado pra mitigar oxidações e pontos quentes.

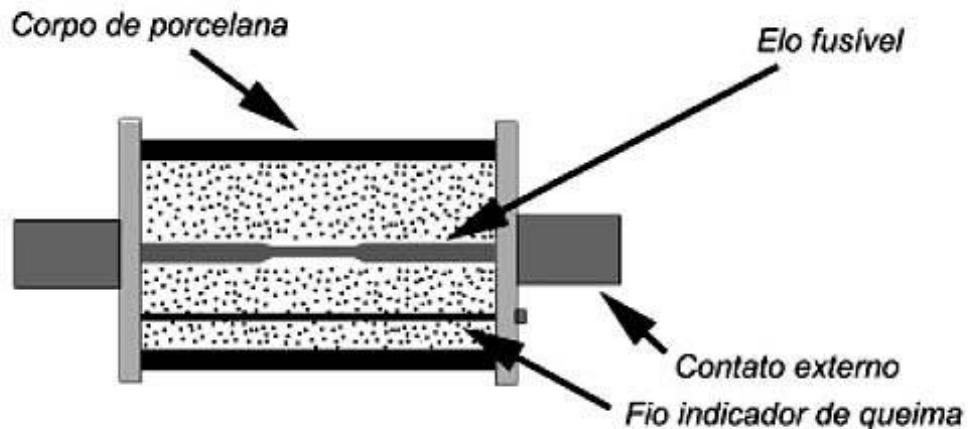
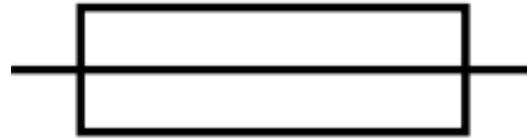


Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Exemplo de um fusível "gL/gG", dedicado para proteção de cabos e uso geral (Atuação para sobrecarga e curto)



Símbolo IEC do fusível





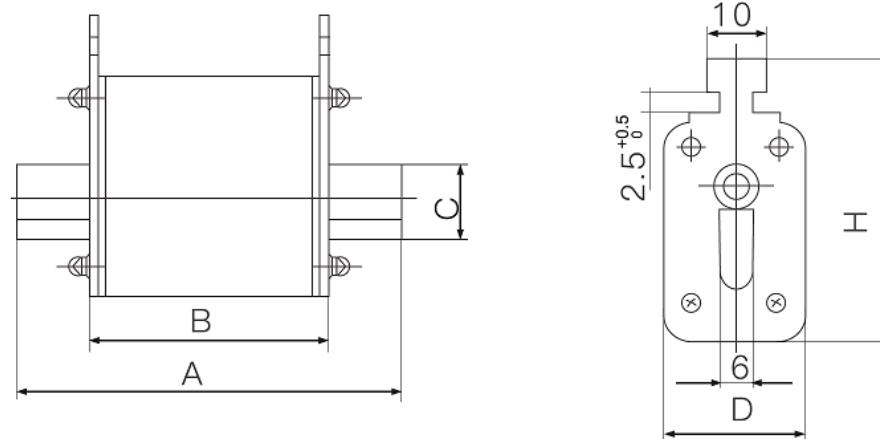
Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA



Modelo	Dimensões (mm)				
	A	B	C	D	H
NH00	78	49	15	29	56,5
NH01	135	68	21	48	62
NH02	150	68	27	58	72
NH03	150	68	33	67	84,5



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Existem muitos tipos e modelos de fusíveis , porém os mais utilizados em acionamentos de motores são do tipo NH D (DIAZED) . Esses fusíveis DIAZED, por questões econômicas e para aplicações de até 63A são mais utilizados que o tipo NH , que são indicados para correntes acima de 63A.

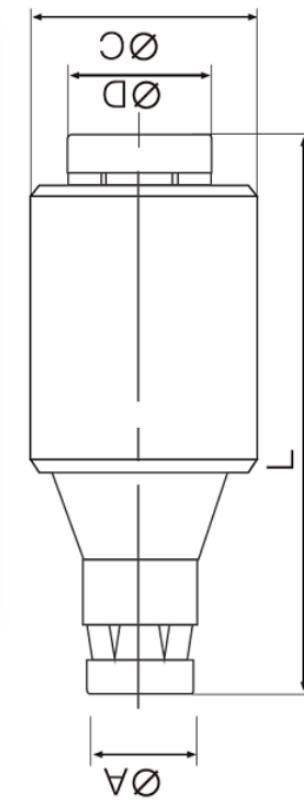
O fusível tipo D pode ser de ação rápida para cargas resistivas ou retardada para cargas indutivas ou capacitivas. Eles são construídos para valores de no máximo 200 A ,capacidade de ruptura é de 70kA e com tensões de até 500V. Os valores comerciais de corrente nominais dos fusíveis tipo D são:

2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 35, 50 e 63A ,onde para cada faixa de corrente, vc tem tamanhos e cores diferenciadas, bem como a interpretação das letras e siglas são iguais as do fusíveis NH



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Modelo	Corrente	Dimensões (mm)			
		A	C	D	L
DII-XX	2 até 10	8	21,5	14	50,5
DII-XX	16	9,5	21,5	14	50,5
DII-XX	20	11,5	21,5	14	50,5
DII-XX	25	13	21,5	14	50,5
DIII-XX	32 ate 40	15	27	20,5	50,5
DIII-XX	50	17	27	20,5	50,5
DIII-XX	63	19,5	27	20,5	50,5





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Fusível DIAZED



Base e acessórios p/ fusível DIAZED



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



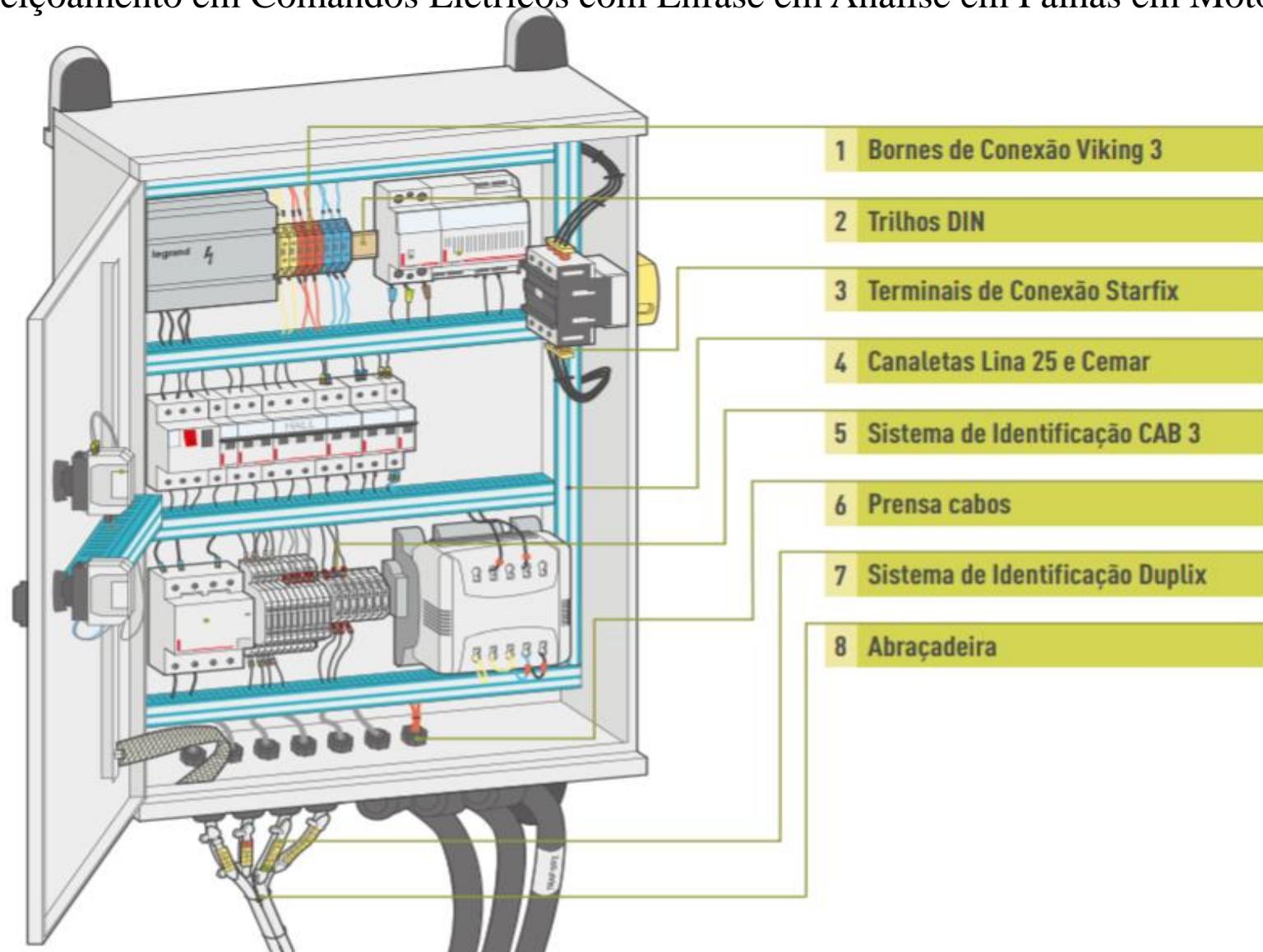
Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Fusível de Vidro	Fusível Tipo Cartucho	Fusível Automotivo	Fusível Tipo D (DIAZED)
Fusível Tipo NH	Fusível para Média Tensão	Elo Fusível	Chave Seccionadora

Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

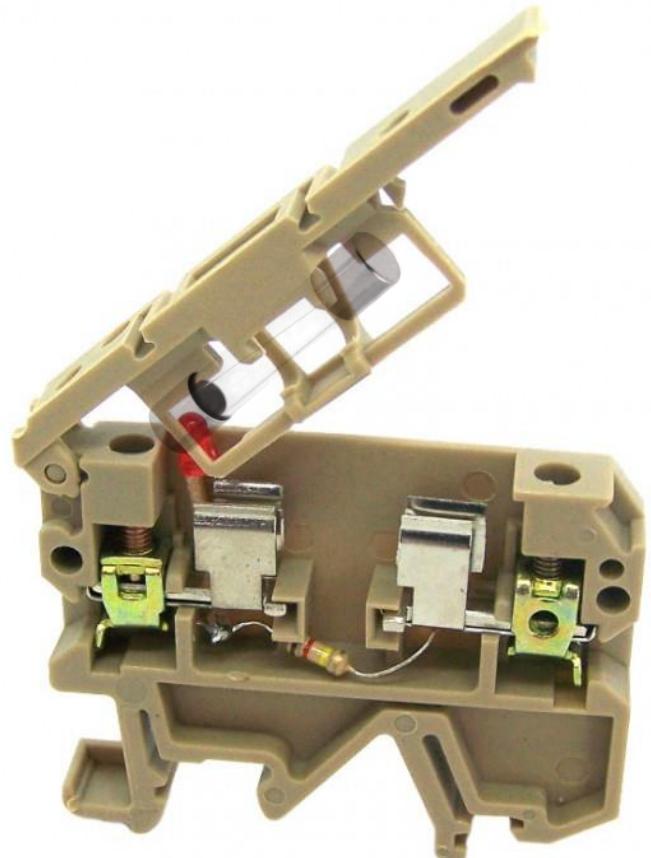


Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Borne de passagem c/ fusível e sinalização de falta

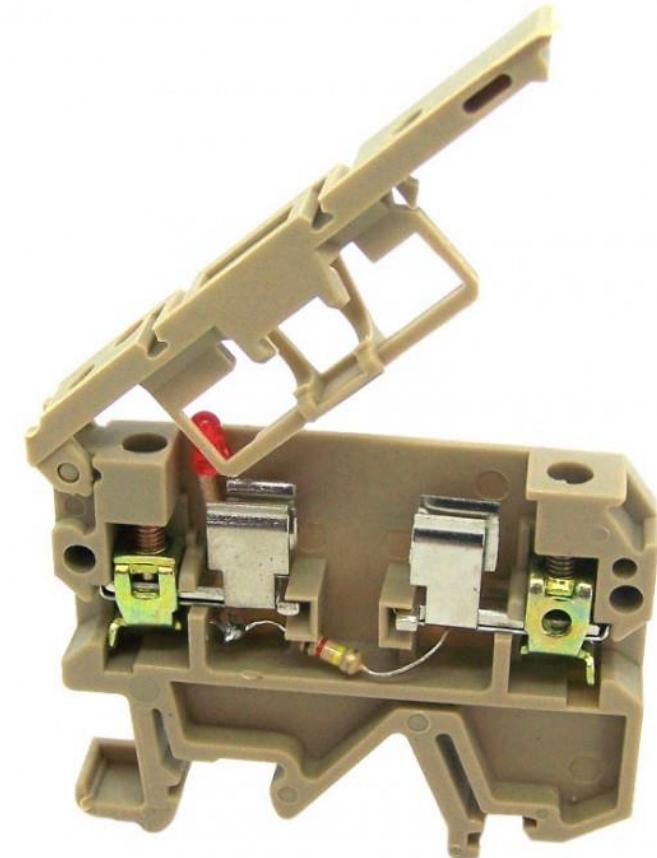


Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Borne de passagem c/ fusível e sinalização de falta



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Borne de passagem c/ fusível e sinalização de falta

Estes bornes , apesar de poucos conhecerem, são utilizados em sistemas de comando e controle ,onde necessita de proteção por fusível ou seccionamento seletivo pra fazer intervenções. Normalmente na saída de fontes de 24 VCC e em serie com sinais digitais de sensoriamentos de desalinhamento, nível, temperatura de mancais, embuchamentos, sensores de movimento e rotação de eixos, que retornam esses sinais pra CLPs > Eles permitem o uso de fusível de vidro padronizado com as dimensões 5 x 20 mm ou 5 x 25 mm. Esse modelo específico, os conectores são completamente fechados e não necessitando de tampas finais ou placas de separação.





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Fusível Cartucho Ultra Rápido 10x38mm



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.

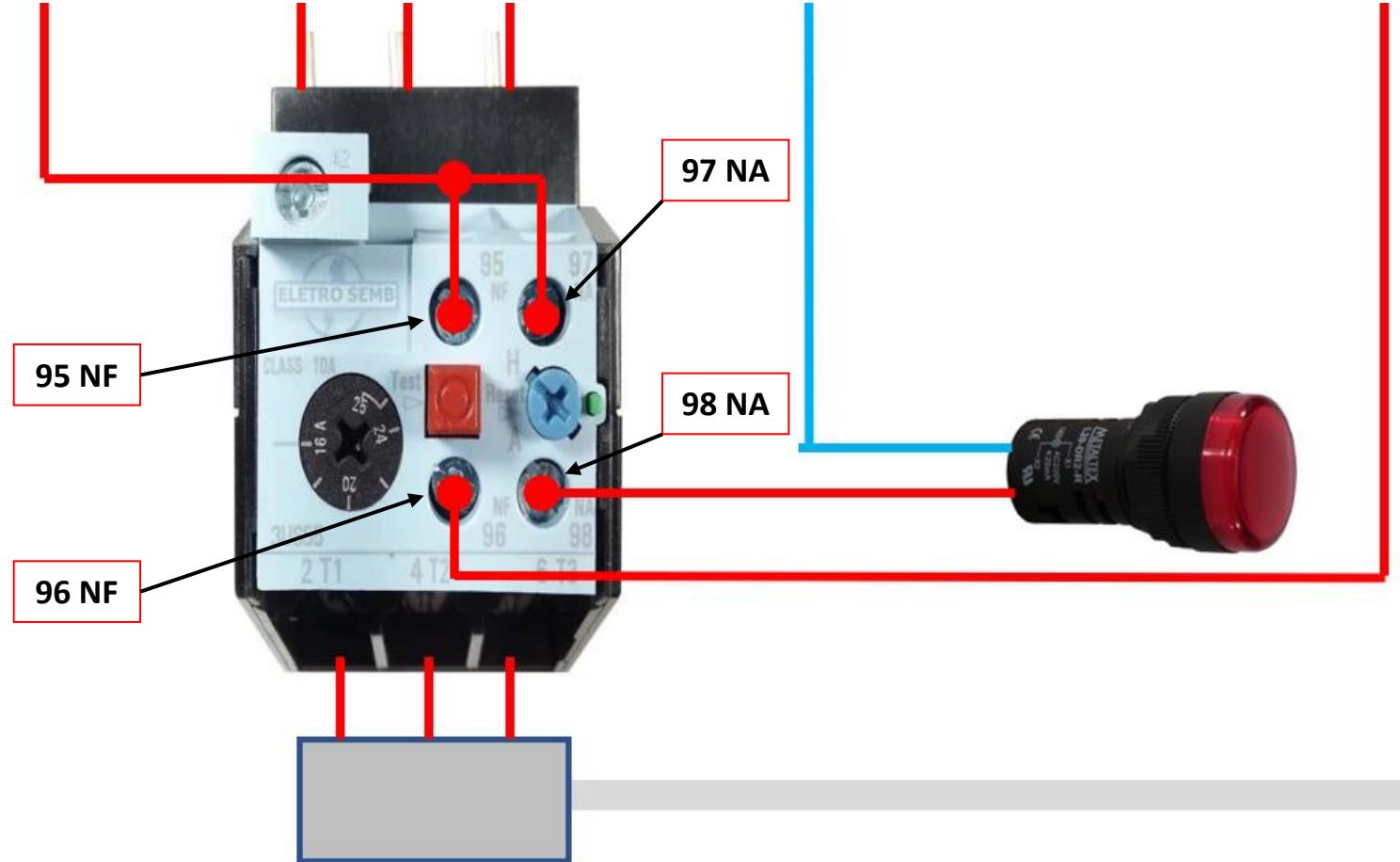


Relé de Proteção

Os relés térmicos tem como princípio de atuação a deformação de um bimetal. O bimetal é formado por duas lâminas de metais diferentes , normalmente ferro e níquel, cujo coeficiente de dilatação é diferente, e com o aumento da temperatura provocado pelo aumento da circulação de corrente pelo bimetal este se deforma, abrindo, mecanicamente, um contato normalmente fechado (95/96) e, dessa forma interrompendo o circuito que sela o contator, o seja, que mantem o contator ligado. Ao mesmo tempo que o relé d sobrecarga abre os contatos 95 e 96 , ele fecha os contatos 97 e 98, que usados pra sinalização de falhas.

Obs. Os relés de Proteção Térmica, são dedicados para sobrecargas e não enxergam curto circuitos. Por isso é recomendado a utilização de dispositivos termomagnéticos antes do mesmo.





R
S
T
N

Diagrama Funcional Partida Direta

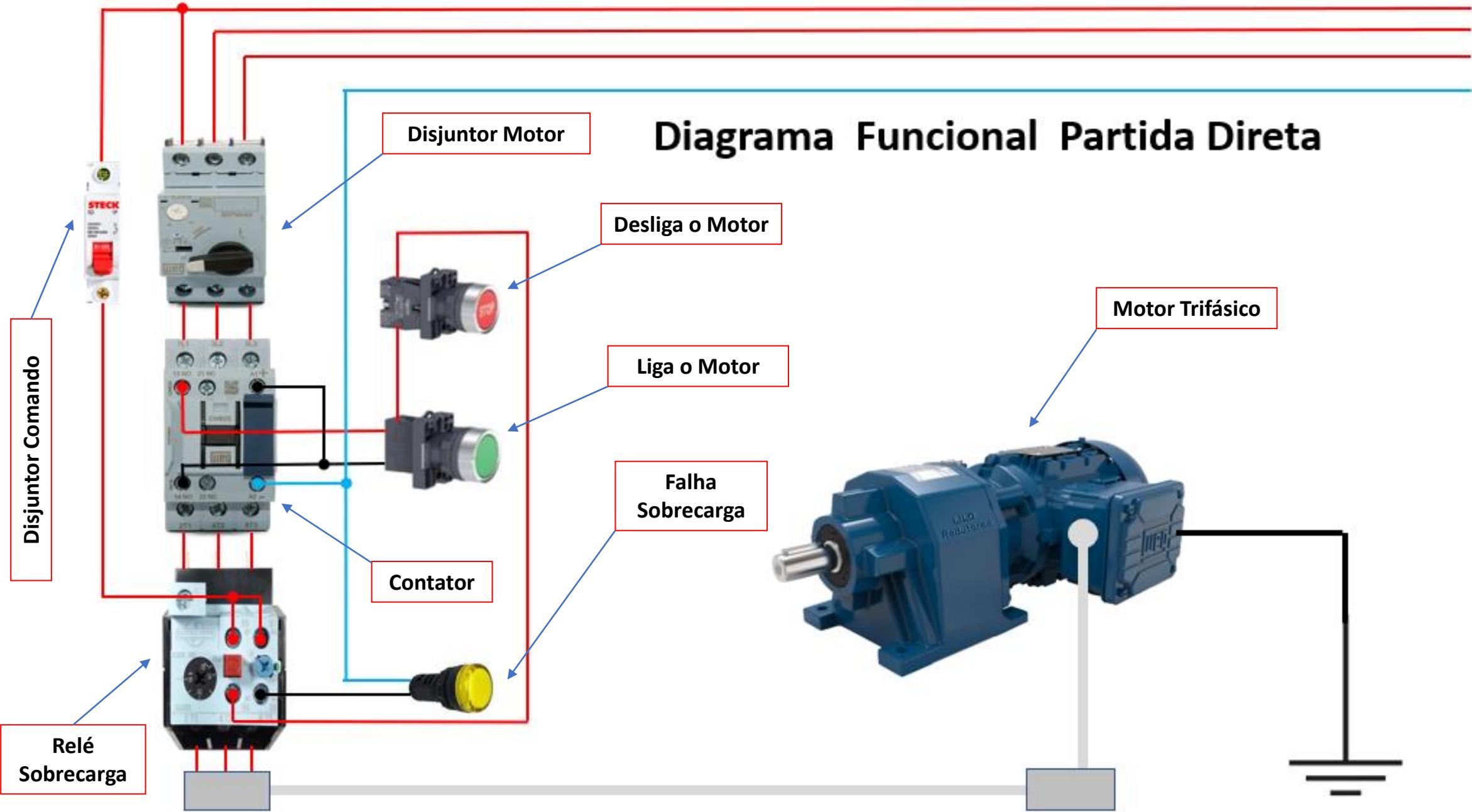
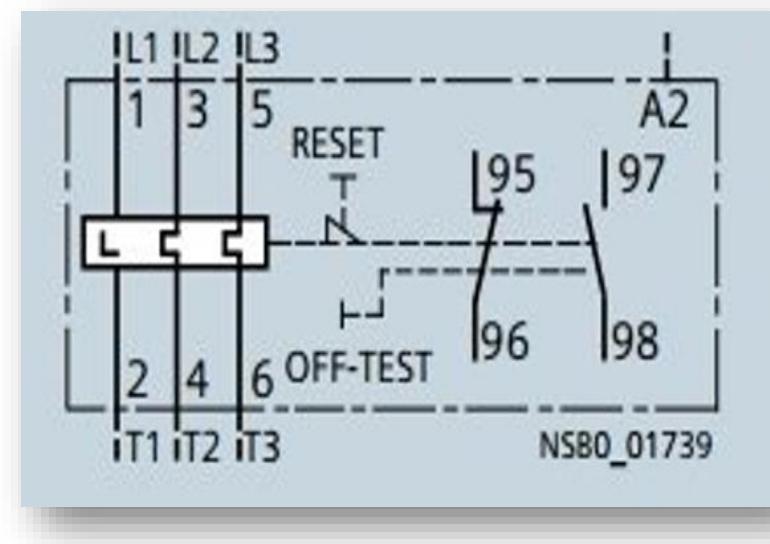
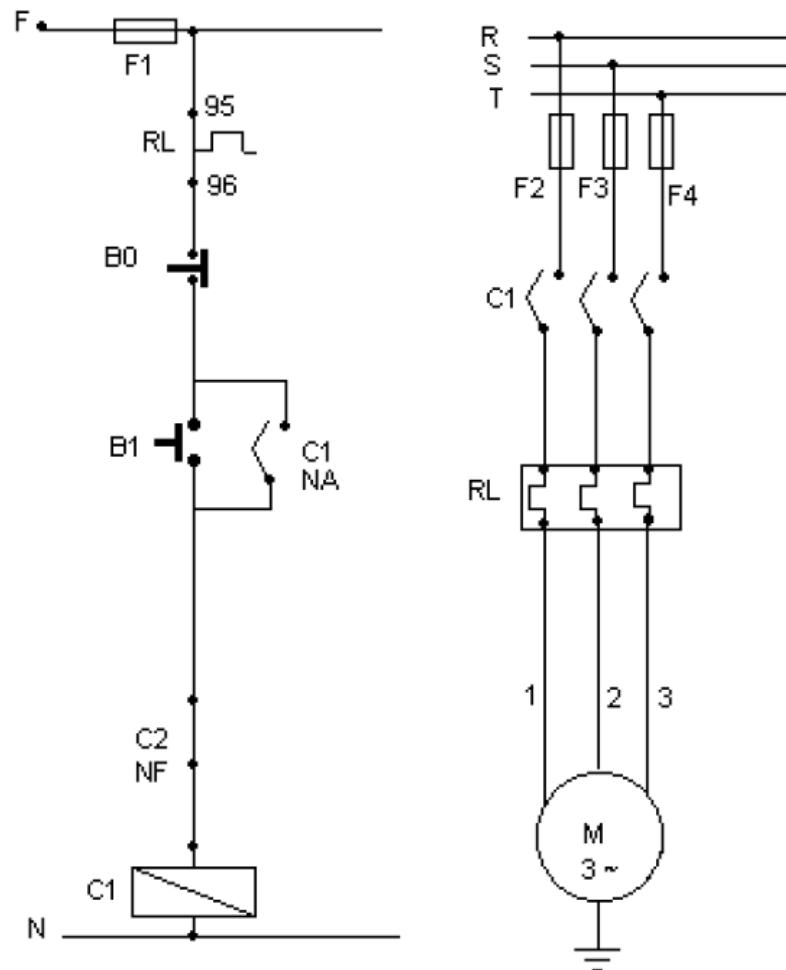




Diagrama de Comando e Força de Partida Direta c/ Relé de Sobrecarga





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Relé Inteligente Profibus p/ Monitoramento de Motores Elétricos Simocode Siemens

Esses caras aqui ... O Simocode da Siemens e o relé da Schneider são duas das maiores invenções da engenharia nas área de proteção e controle para motores elétricos, podendo substituir disjuntores, fusíveis, relés térmicos, disjuntores motores, relés de temperaturas, monitores de tensão, relés de falta e sequencia de fase e muito mais. Vejam alguns dos recursos::

Proteção contra sobrecarga térmica , Rotor bloqueado , Proteção de fuga à terra, Variação do fator de potência, Proteção térmica, Proteção da polaridade inversa, Falha de fase, Desequilíbrio de fase, Sobrecarga, Corrente de arranque e tempo, totalizador de horas de funcionamento (horímetro), Corrente das fases I₁, I₂, I₃ RMS, Corrente média Iméd, Temperatura e muito mais,





Disjuntores Motores

São disjuntores dedicados para motores , com curvas de disparo que protegem contra curto-circuito e sobrecarga , atuando dentro da curva térmica e magnética. Basicamente as diferenças entre um disjuntor termomagnético convencional é que esses caras possuem um ajuste fino da proteção da intensidade de corrente, que é o ajuste da proteção térmica, que nós estamos vendo aqui agora . Esse ajuste possibilita uma melhor atuação no caso de sobrecarga em relação aos disjuntores termomagnéticos fixos e alguns modelos são sensíveis a falta de fase, sendo o ajuste fino é fundamental na hora de dimensionar a proteção térmica em relação ao fator de serviço dos motores, que é um tema muito importante, que será abordada mais adiante.



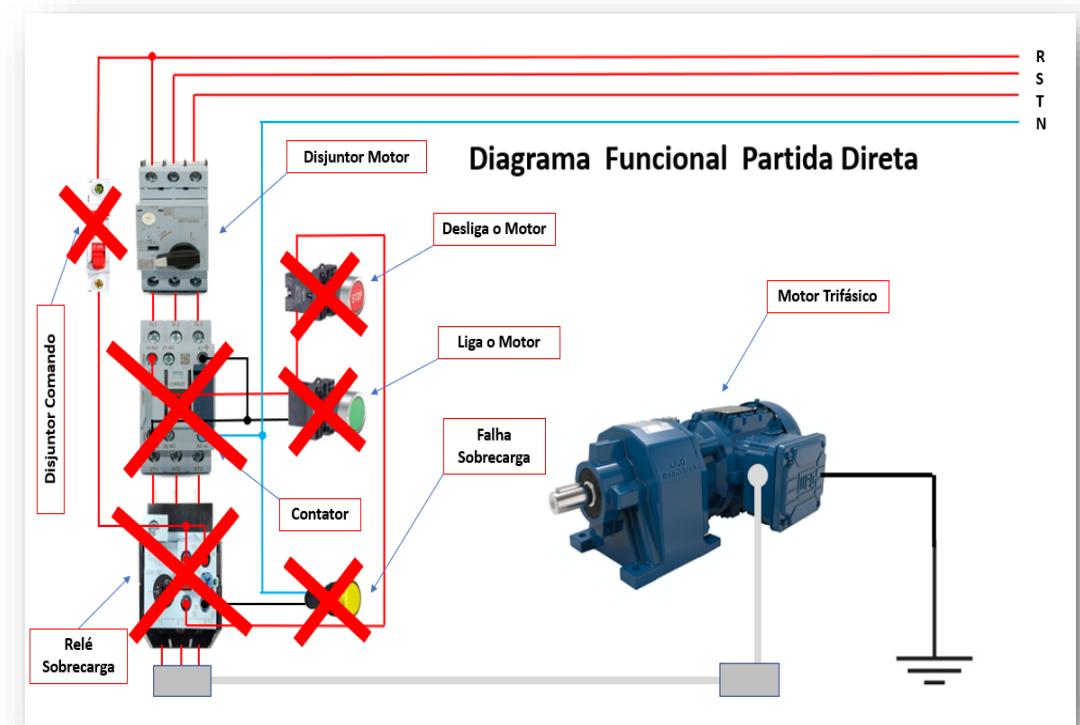


Disjuntores Motores

Na falta de recursos ou na impossibilidade de instalar comandos remotos através de botoeiras e contatores, é possível manobrar motores elétricos apenas e tão somente com disjuntores motores, contudo há um ponto de atenção a ser considerado.



Na falta de energia elétrica , o circuito não dispõe de selo para derrubar o comando e, ao ser restabelecido o fornecimento de energia elétrica na planta ou edificação , o motor será energizado e partirá, favorecendo a ocorrência de acidentes, caso alguém não tenha desligado o circuito do motor





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Alguns ,modelos de Disjuntores Motores





Disjuntores Motores

Proteção contra acesso não autorizado

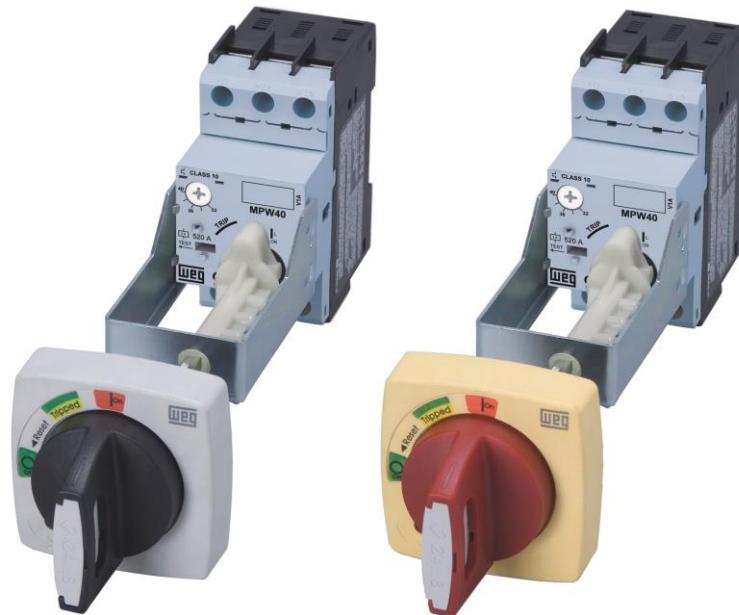
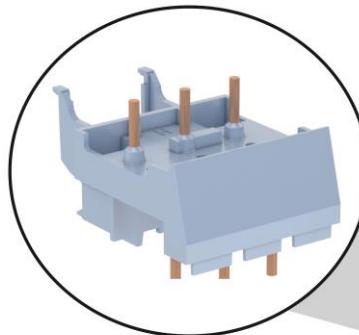
A chave de bloqueio integrada protege contra acesso não autorizado, garantindo assim uma operação sem problemas. Este dispositivo de proteção é instalado como padrão em todos os disjuntores-motor da linha SIRIUS 3RV2.





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

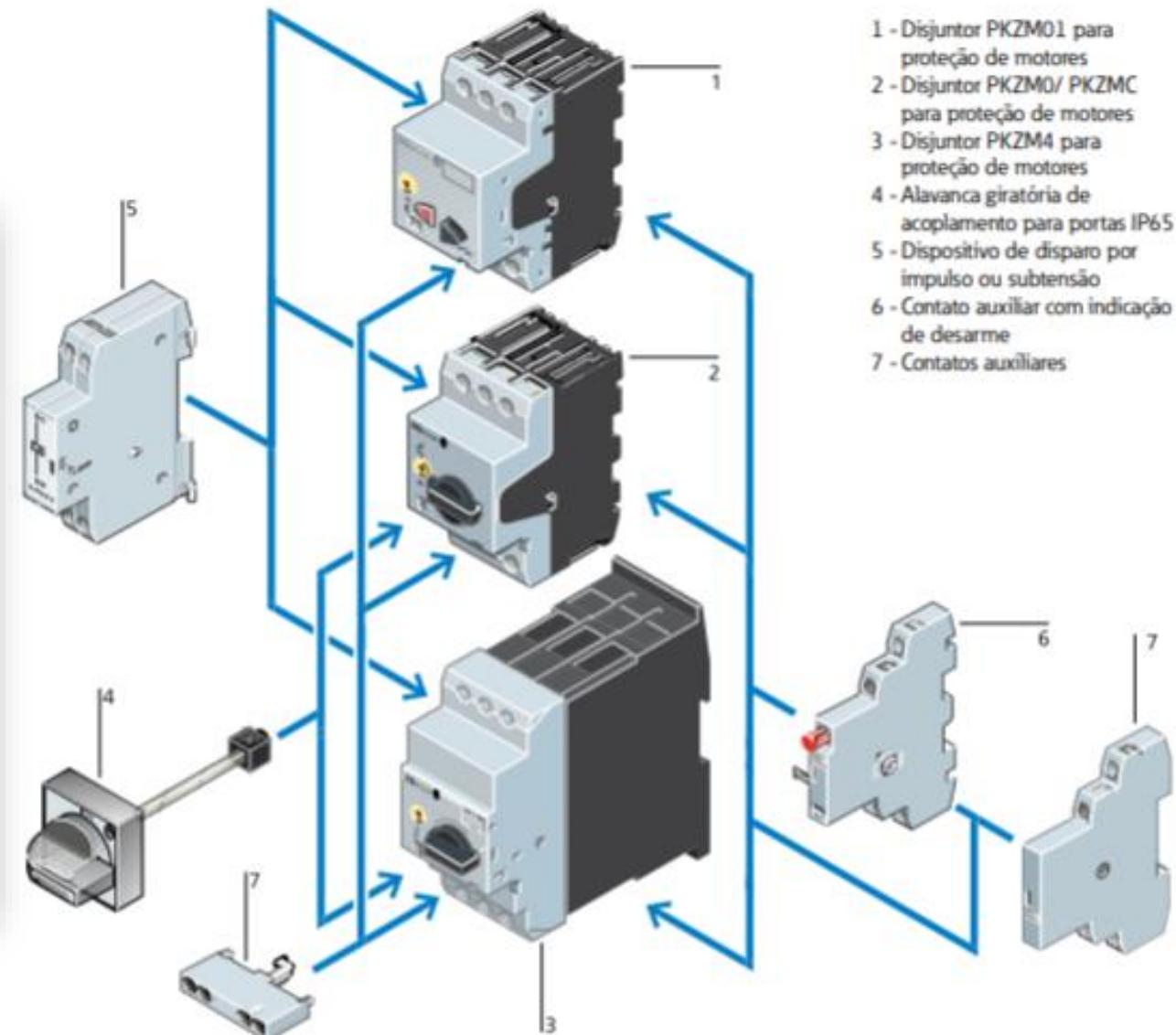
Acessórios para Disjuntores Motores



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

RELIGADOR AUTOMATICO PARA DISJUNTORES IC60 3P/4P

- ✓ Religação remota dos disjuntores iC60;
- ✓ Inibição remota da religação automática.
- ✓ Modo de controlo remoto da religação final;
- ✓ Controle local através do manípulo;
- ✓ Securitização do circuito através de cadeado;
- ✓ 4 programas de funcionamento.



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



CONTATORES

Os contatores são chaves eletromecânicas que podem ser acionadas remotamente através de botoeiras , telecomando ou CLPs, sendo que seu acionamento é proveniente da ação eletromagnética. Os contatos NA ou NF do contator são acionados quando a bobina (eletromagnética) é energizada, assim os contatos mudam de estado apenas durante o tempo em que a bobina está energizada, quando a bobina é desenergizada os contatos retornam em seu estado de repouso . Os contatores são chaves que possibilitam o acionamento de motores à distância, aumentando a segurança durante o processo do acionamento do motor.

Porque usar um contator e não um botão ou uma chave manual. Basicamente ele possui uma bobina, magnetizada por uma baixa corrente, algo da ordem de miliamperes, que move um conjunto de contatos metálicos ,que funcionam como uma interface de potencia , permitindo a transferência de energia e a passagem de correntes intensas, demandadas sistemas motrizes e outras cargas elétricas.





CONTATORES

Pelo fato desses contatores comutarem do estado ON pro estado OFF, ou seja , acionamento e desacionamento mecânico, temos inicialmente uma vantagem natural em relação a resistência ôhmica do contato, que uma vez estabelecido, varia de 5 mOhms a 50 mOhms e, uma vez aberto, não há correntes de fuga fluindo pelos contatos. Isso faz com que, já tendo sido fechados ou abertos, os contatos do relé têm um comportamento muito próximo do ideal, sob o ponto de vista elétrico. O problema surge no momento de fechamento e de abertura destes contatos, quando se tem reatâncias indutivas ou capacitivas dependendo das tensões e das correntes dessas cargas.



CONTATORES

Todas as vezes que abrimos ou fechamos contatos mecânicos energizados, criamos condições para o surgimento de arcos voltaicos (faíscas). No caso do fechamento de um relé eletromecânico, essas faíscas são benéficas até certo nível, visto que são responsáveis pela limpeza de óxidos e outras impurezas que se formam nos contatos, melhorando assim a conexão elétrica. O problema surge quando estes arcos voltaicos chegam a danificar o material que compõe os contatos. Nessas condições, a vida útil desses caras podem ser reduzidas drasticamente, da ordem de 10 a 100 vezes, implicando em paradas e intervenções não programadas de manutenção e impactos na operação da planta.



CONTATORES

Inicialmente, analisando o fechamento de um relé, identificamos que a principal causa de arcos voltaicos é a corrente de **inrush** da carga associada ao efeito **bouncing** do relé. No momento do ligamento, muitas cargas podem apresentar picos de corrente que podem chegar a 1.600 vezes sua corrente nominal. O relé, porém, ao fechar, tem um efeito mecânico chamado **bouncing** que implica sucessivas aberturas e fechamentos de contato até que a mecânica se estabilize . A junção desses dois fatores pode efetivamente colar os contatos de um relé eletromecânico inutilizando esse mecanismo e favorecendo acidentes já , que nesses casos, não se consegue desligar o circuito de força remotamente e o motor continua tracionando até que se faça um intervenção local.



CONTATORES

No caso da abertura de um contato mecânico, não temos o efeito do inrush, mas ainda assim forma-se um arco voltaico proporcional à tensão presente na carga e transferida aos contatos no momento da abertura. Este arco é extinto pelo aumento da distância entre contatos e/ou pela passagem pelo zero da tensão (tratando-se de tensão alternada) e, enquanto estiver presente, este arco pode gerar fluxo de material de um contato para o outro.

Em cargas submetidas a tensões alternadas, o fato de a corrente circular ora em um sentido, ora em outro, o efeito de transferência de material é minimizado, pois não há acúmulo de material em nenhum dos dois contatos.

Além disso, o tempo de duração do arco é reduzido pela passagem da tensão pelo zero. Esta situação reflete-se no fato de que a capacidade de desligamento dos contatos de um relé, quando opera cargas AC, é constante ao longo de toda a faixa de tensão suportada



CONTATORES

No caso da abertura de um contato mecânico, não temos o efeito do inrush, mas ainda assim forma-se um arco voltaico proporcional à tensão presente na carga e transferida aos contatos no momento da abertura. Este arco é extinto pelo aumento da distância entre contatos e/ou pela passagem pelo zero da tensão (tratando-se de tensão alternada) e, enquanto estiver presente, este arco pode gerar fluxo de material de um contato para o outro.

Em cargas submetidas a tensões alternadas, o fato de a corrente circular ora em um sentido, ora em outro, o efeito de transferência de material é minimizado, pois não há acúmulo de material em nenhum dos dois contatos.

Além disso, o tempo de duração do arco é reduzido pela passagem da tensão pelo zero. Esta situação reflete-se no fato de que a capacidade de desligamento dos contatos de um relé, quando opera cargas AC, é constante ao longo de toda a faixa de tensão suportada. No entanto, este efeito é crítico em cargas submetidas a tensões contínuas, pois, neste caso, além de a extinção do arco depender apenas da abertura dos contatos (não há passagem pelo zero), o efeito de migração de material ocorre sempre em um mesmo sentido. Isto pode ser observado na especificação de relés que, a partir de certa tensão, tem sua capacidade de desligamento abruptamente reduzida



CONTATORES

Atente que esta situação fica ainda pior quando se utiliza cargas indutivas, pois, nesse caso, o desligamento da carga leva a mesma a gerar uma força contra-eletromotriz que se reflete como uma tensão adicional nos contatos do relé (tudo de passa como se a curva da Figura 8 se deslocasse para a esquerda). A forma de reduzir o efeito de cargas indutivas é inserir um diodo em anti-paralelo com a carga, de modo que o mesmo anule os efeitos da força contra-eletromotriz gerada por esta carga.

De qualquer modo, o arco voltaico resultante desta migração contínua de material leva ao dano do relé



CONTATORES

Contato danificado por migração de material

Outra característica dos relés eletromecânicos refere-se ao desgaste mecânico dos contatos. Como qualquer material, os contatos de um relé sofrem um stress mecânico inerente à sua movimentação. Normalmente, esses componentes podem ter um limite mecânico de chaveamento que varia de 1 milhão de ciclos (para contadores) até 20 milhões de ciclos (para relés de pequeno porte). Este limite não sofre grandes variações se o relé estiver chaveando uma carga muito inferior à sua capacidade de chaveamento, mas ele decai de dez vezes para cargas de médio porte e até 100 vezes se o relé estiver operando cargas no limite de sua capacidade.

Para se ter uma noção do que isso significa, imagine um relé com uma vida mecânica de dez milhões de ciclos. Se ele estiver operando em uma máquina 16 horas por dia (dois turnos), cinco dias por semana e se for submetido a uma condição de 1 chaveamento a cada dez segundos, ele atingirá seu limite mecânico em 6,5 anos. Este mesmo tempo será necessário para danificá-lo se ele estiver operando uma carga elétrica muito menor que sua capacidade.

Este mesmo relé, operando uma carga de média capacidade (considerando seus limites elétricos), poderá chavear, no máximo, 1 milhão de ciclos, o que limitará sua vida útil a oito meses. Operando uma carga no limite de sua capacidade, ele funcionará, nessas condições, por menos que um mês (equivalente a 100 mil ciclos).



Relés de estado sólido

Um relé de estado sólido é composto pelos seguintes conjuntos:

Círcuito de entrada, responsável por adequar o sinal de entrada do relé às condições de funcionamento do optoacoplador.
Normalmente contém:

Resistor de limitação de corrente;

Led de sinalização;

Diodo para impedir a inversão de polaridade;

Filtro para eliminar transientes;





Relés de estado sólido

Redutor de tensão, retificador e capacitor caso a entrada seja AC.

Optoacoplador: é o responsável pela isolação galvânica entre entrada e saída.

Círculo de saída: adéqua o sinal de saída do optoacoplador às condições da carga que se pretende chavear. Normalmente contém:

Amplificador de corrente para aumentar a capacidade de potência do optoacoplador. Este pode ser via transsistor (para saída DC) ou triac (para saída AC);

Filtro contra sobretensões (necessário para evitar que picos de força contra-eletromotriz da carga danifiquem o círculo de saída), normalmente, é um varistor ou um RC;

Detector de passagem por zero (válido para saída AC): garante que a carga será chaveada apenas na passagem da senóide pelo zero, reduzindo assim picos na rede AC e aumentando a vida útil do relé e da própria carga.



Relés de estado sólido

Blocos funcionais do relé de estado sólido

Pelo fato de não gerar arcos voltaicos no ligamento e desligamento e pelo fato de conseguir ligar a carga na passagem pelo zero (quando se trata de cargas AC), o relé de estado sólido tem um comportamento próximo do ideal nos momentos de acionamento e desacionamento das cargas, além de reduzir a geração de picos de energia na rede elétrica. Também por não dispor de partes mecânicas, não sofre o stress inerente ao movimento dessas partes e não sofre desgastes, o que permite um número virtualmente ilimitado de chaveamentos (tipicamente 100 milhões) e uma frequência de operação que varia tipicamente de 10 Hz a 300 Hz (alguns podem operar a 100 KHz).

Entretanto, o relé de estado sólido também tem suas limitações e elas são evidentes quando em operação contínua. Por se tratar de uma pastilha de semicondutor, a parte de potência do circuito de saída é muito sensível a aumentos de temperatura. Isto significa que, para mantermos acionada, com segurança, certa carga, ou garantimos que a temperatura dos componentes de saída não atinjam níveis críticos (o que é conseguido por meio de dissipadores grandes e custosos e/ou por meio de climatização do ambiente) ou temos de superdimensionar o relé de estado sólido.

Esta característica é descrita, comumente, como “curva de decaimento” ou usa-se o termo em inglês “derating”.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Relés de estado sólido

Os relés ou contatores de estado sólido , tem características muito interessantes e inovadoras, se comparados aos contatores eletromecânicos convencionais , devido a velocidade de comutação. Outra característica muito importante , é que não há nenhum tipo de contato que possa gerar arcos voltaicos e, consequentemente a inexistência de interferências eletromagnéticas na comutação ou qualquer ruído acústico , sem falar que esses caras não se desgastam com o tempo de uso e sua vida útil é consideravelmente maior que a vida útil de contatores eletromecânicos, se traduzindo em economia e segurança operacional.

O range de tensão e corretes também são maiores, mas apesar das vantagens, existem alguns pontos de atenção:

São sensíveis a transientes e ,caso entre em contato com correntes controladas, pode aquecer. Então não são indicados pra serem instalados em serie com circuitos de potencia, provenientes de inversores de frequênciа ou softstarters.





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Relés eletromecânicos versus relés de estado sólido

Em um comparativo, pode-se dizer que os relés eletromecânicos são mais flexíveis quanto aos tipos de cargas que podem ser chaveadas (AC ou DC) e, uma vez acionados, são mais eficientes quanto à dissipação de energia.

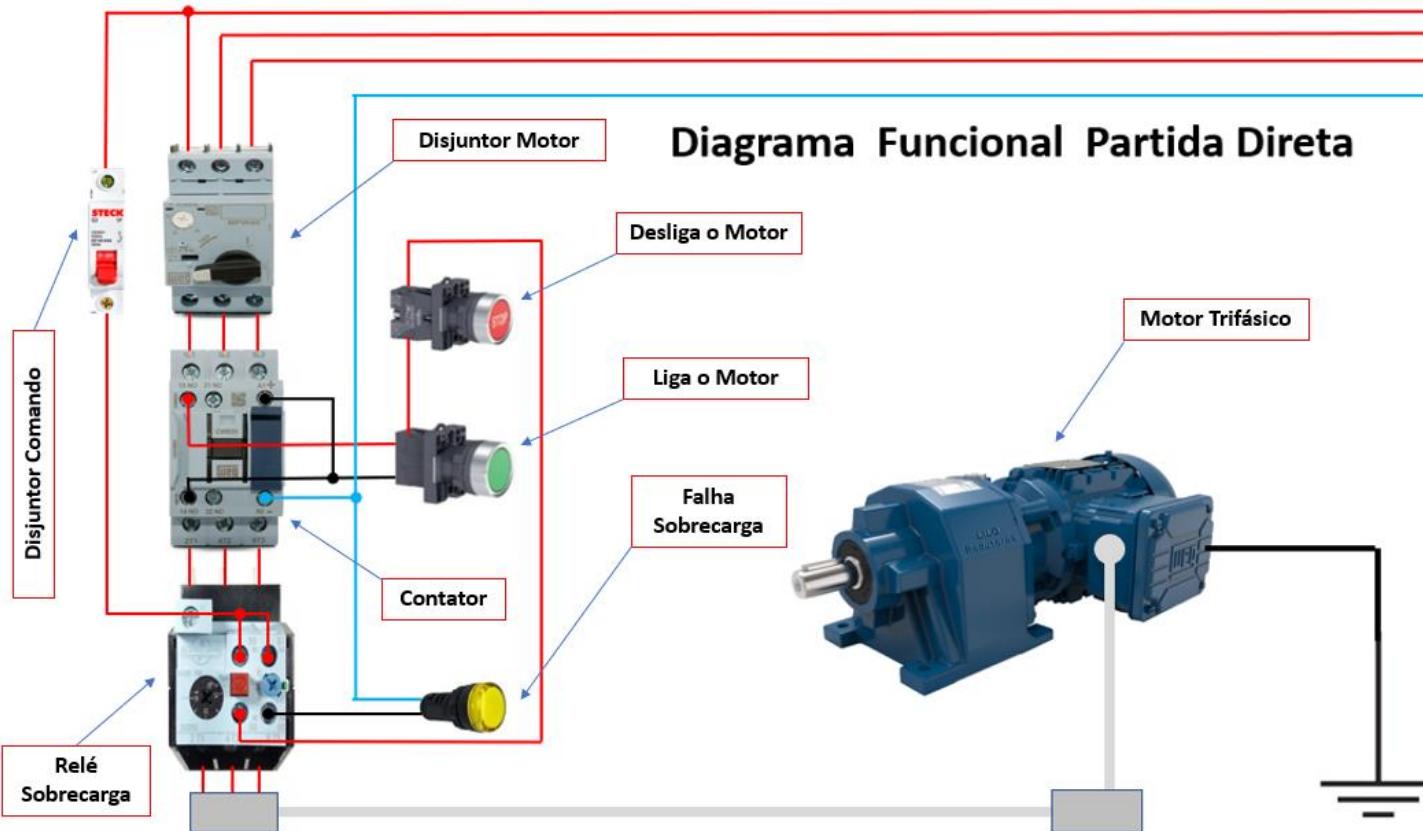
No entanto, os relés de estado sólido são mais eficientes no momento de acionamento e no momento de “desacionamento”. Isto os torna mais duráveis quanto ao número de ligações, mais aptos a aplicações que exijam maiores frequências de chaveamento e incomparavelmente melhores quando há a necessidade de chaveamento de cargas DC.



Fonte: <https://www.osetoreletrico.com.br/reles-eletromecanicos-e-de-estado-solido/>

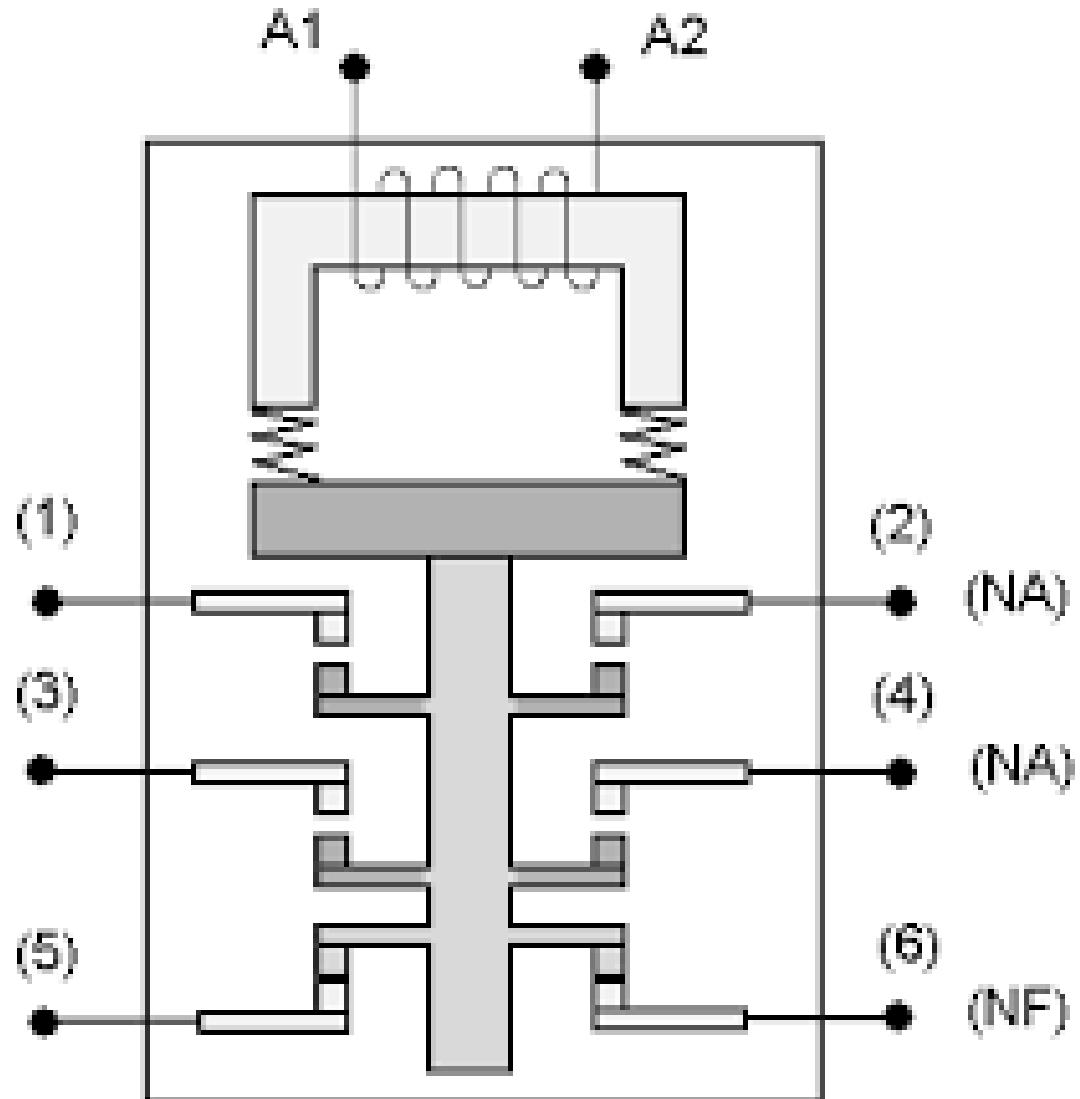


Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Contatores Especiais



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Contator c/ Disjuntor Integrado, Controlado Remotamente



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.

SOMOS ASSOCIADOS





Chaves , Botoeiras e Sinalizações Sonoras e Luminosas

As botoeiras são chaves elétricas acionadas manualmente que apresentam, geralmente, um contato aberto e outro fechado. De acordo com o tipo de sinal a ser enviado ao comando elétrico. As botoeiras são caracterizadas como pulsadores com retorno por mola ou com trava. As botoeiras pulsadores invertem seus contatos mediante o acionamento de um botão e, devido à ação de uma mola, retornam à posição inicial quando cessa o acionamento.



PULSADOR



SELETORES
COM CHAVE



EMERGÊNCIA



SINAIS



SELETORES
LUMINOSOS



PULSADORES
LUMINOSOS



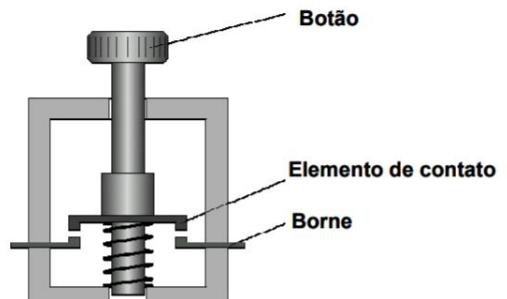
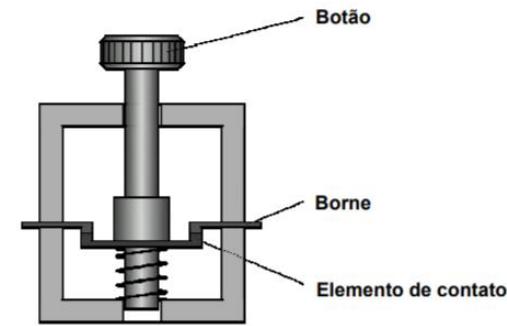
MANIPULADORES
(Joystick)



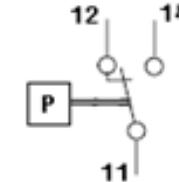
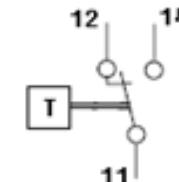
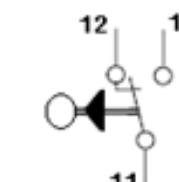
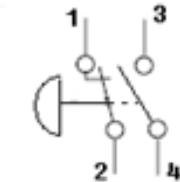
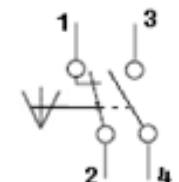
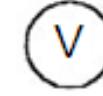
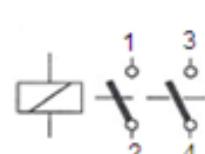
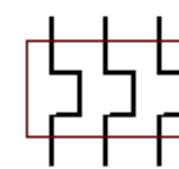
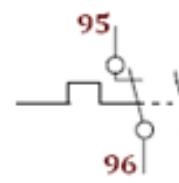
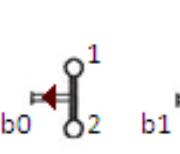
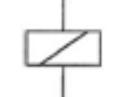
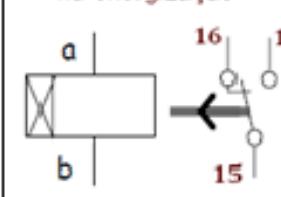
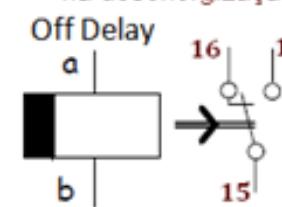
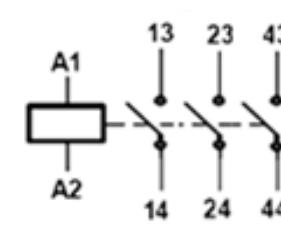
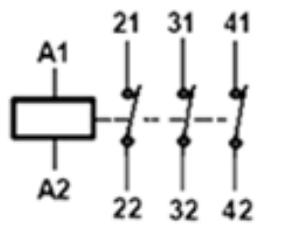


Chaves , Botoeiras e Sinalizações Sonoras e Luminosas

As botoeiras são chaves elétricas acionadas manualmente que apresentam, geralmente, um contato aberto e outro fechado. De acordo com o tipo de sinal a ser enviado ao comando elétrico. As botoeiras são caracterizadas como pulsadores com retorno por mola ou com trava. As botoeiras pulsadores invertem seus contatos mediante o acionamento de um botão e, devido à ação de uma mola, retornam à posição inicial quando cessa o acionamento.



SIMBOLOGIAS DE COMANDOS ELÉTRICOS

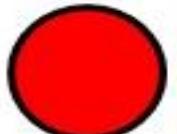
Terra 	Fusível 	Pressostato 	Termostato 	Chave fim de curso 	Botoeira de soco 	Chave comutadora 
Disjuntor 	Voltímetro 	Contator Principal 	Relé Termico Bimetalico 	Contato NA/NF Relé Termico 	Botoeira de Comando NF/NF 	Terminal de Conexão 
Prof. J. Aguiar 2017						Prof. J. Aguiar 2017
Ponte Retificadora 	Amperímetro 	Bobina de Comando 	Relé com retardo na energização 	Relé com retardo na desenergização Off Delay 	Contatos Auxiliar NA 	Contatos Auxiliar NF 



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA



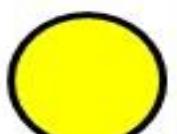
Utilizados para sinalizar funcionamento normal. Exemplos: Painel energizado ou máquina em funcionamento ou movimento.



Utilizados para sinalizar máquina operando energizada. Exemplos: Processo ou máquina ligada.



Utilizados para sinalizar máquina pronta para operar, desligada. Exemplos: Processo ou máquina desligada.



Utilizados para sinalizar condições anormais sem perigo. Exemplos: Nível baixo ou grandezas próximas do limite.



Utilizados em funções que não sejam as mesmas das citadas acima. Exemplos: Sinalização de comando remoto e sinalização de preparação de máquina.



Utilizados em condições de falhas. Exemplos: Sobrecarga de motores.

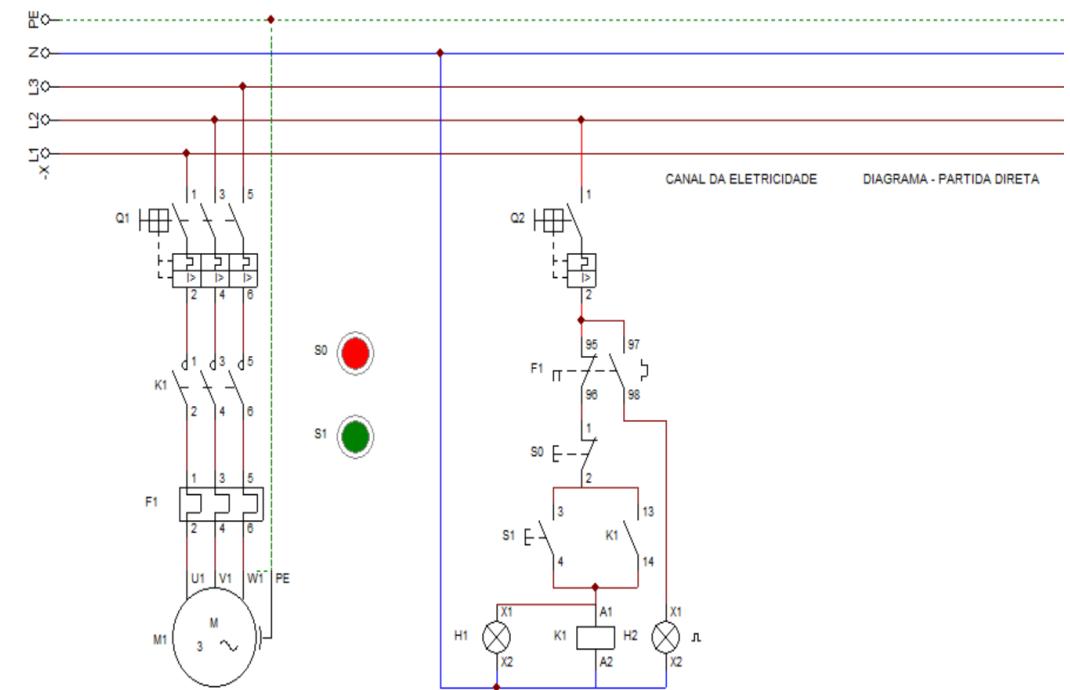




Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

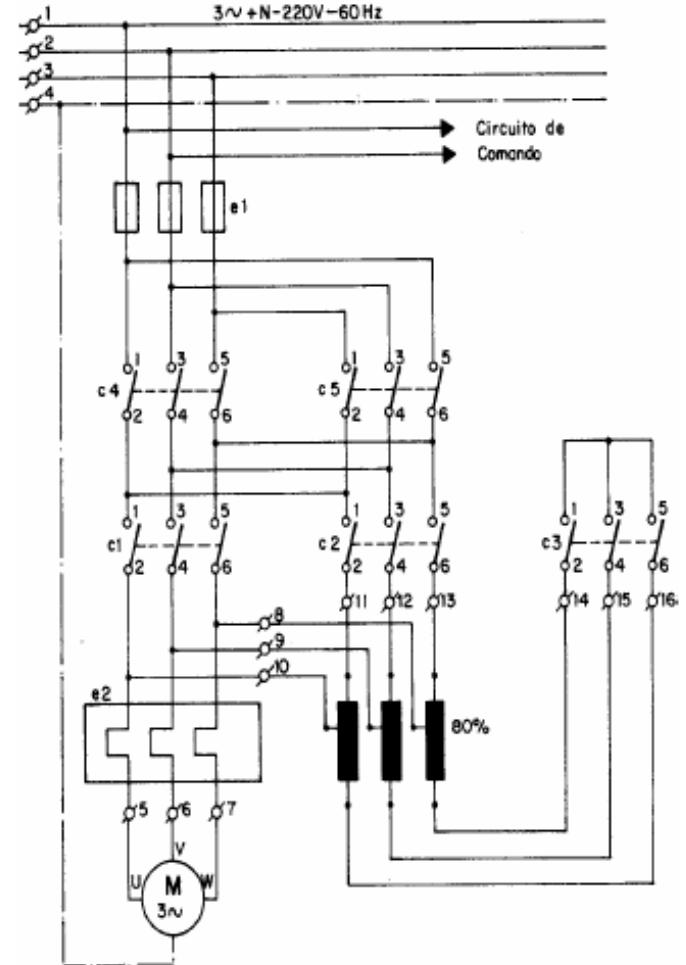
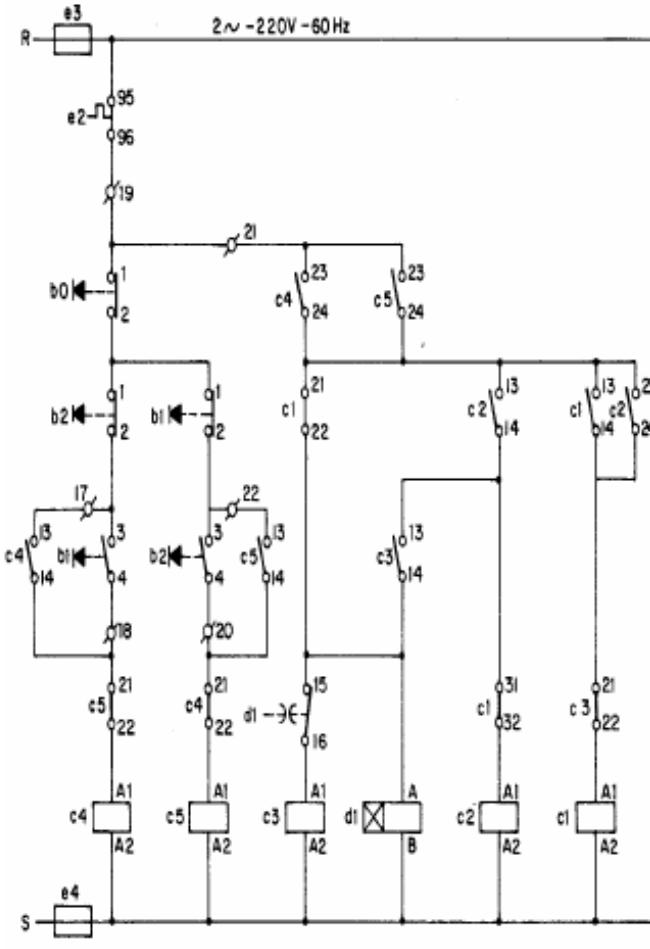
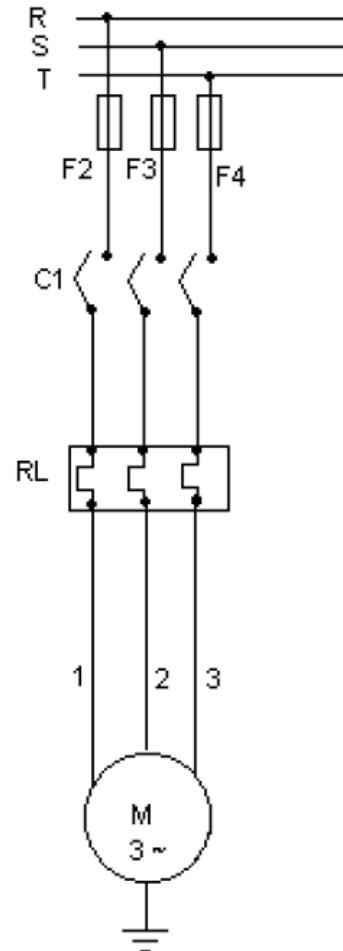
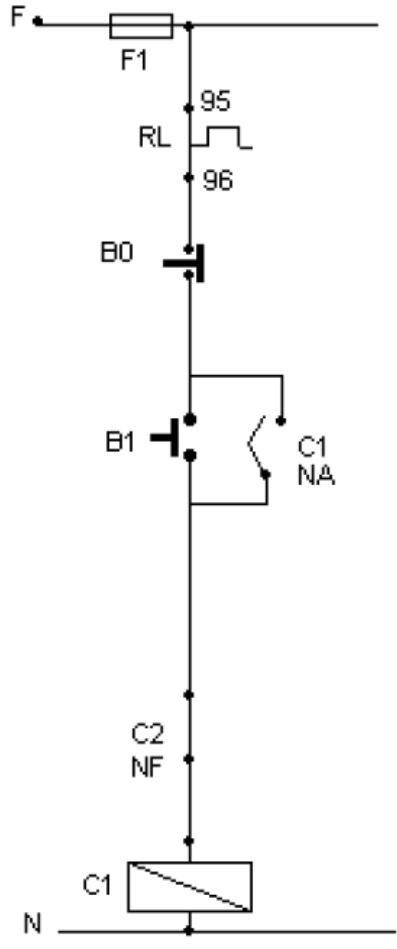
Simbologia Gráfica, Simbologia Literal e Simbologia Numérica

Assim como cada elemento em um circuito de comando elétrico tem o seu símbolo gráfico específico, também, a numeração dos contatos e a sua representação literal, tem um padrão a ser seguido, de acordo com as normas NBR 5280 ou a IEC 113.2





Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA



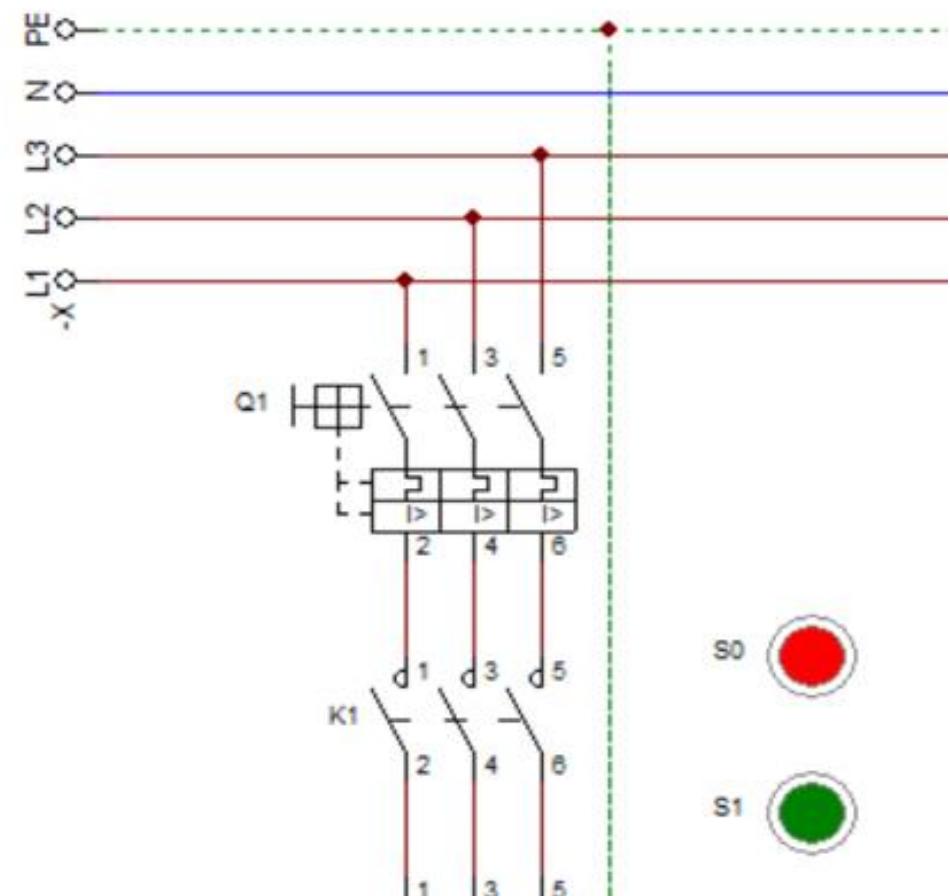


Simbologia Gráfica, Simbologia Literal e Simbologia Numérica

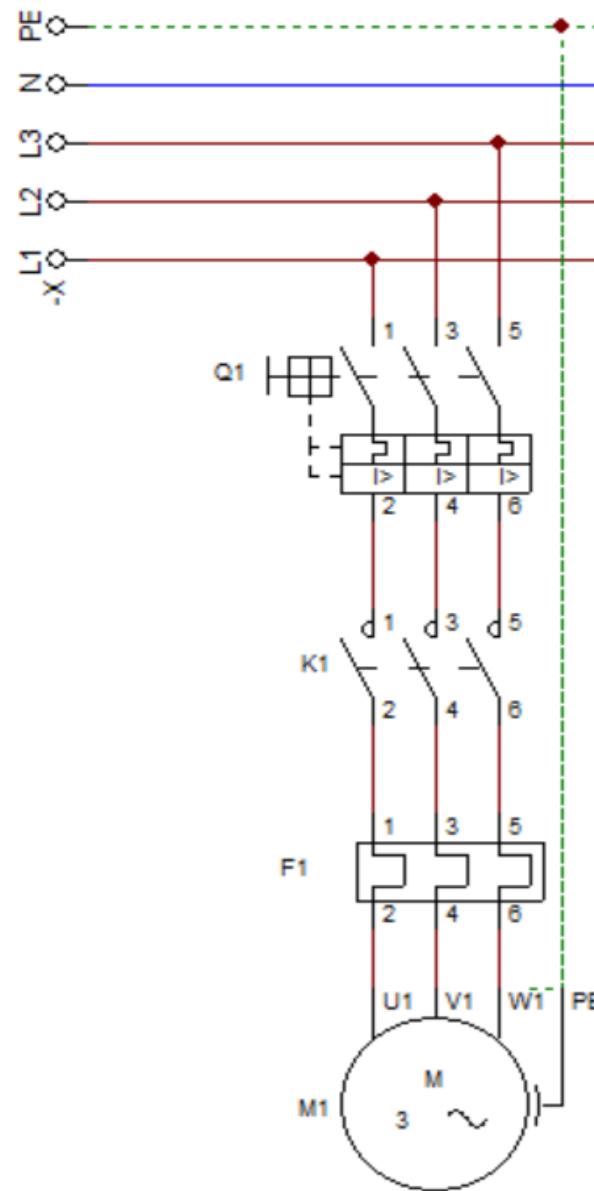
Por definição, os números impares 1, 3 e 5 sempre representaram o circuito de entrada (linha) ou entrada de força, seja no disjuntor, seja no contator, seja no rele de proteção. Já os números pares 2, 4 e 6 , sempre representam o Circuito de saída terminal.

Em comandos elétricos A tensão entra no nos números impares e são nos pares, conforme a gente tá vendo aqui nessa imagem .

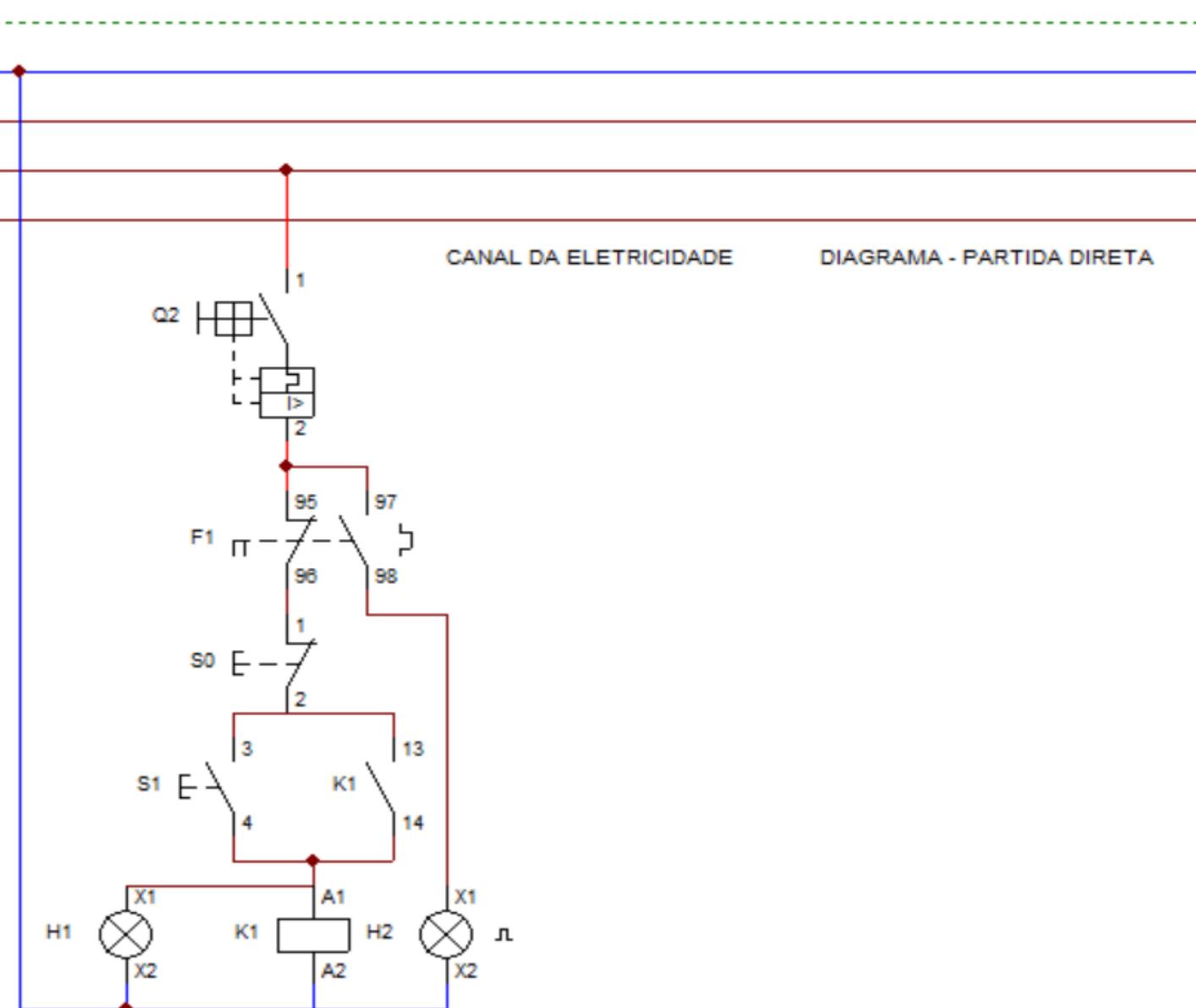
Círculo de Força

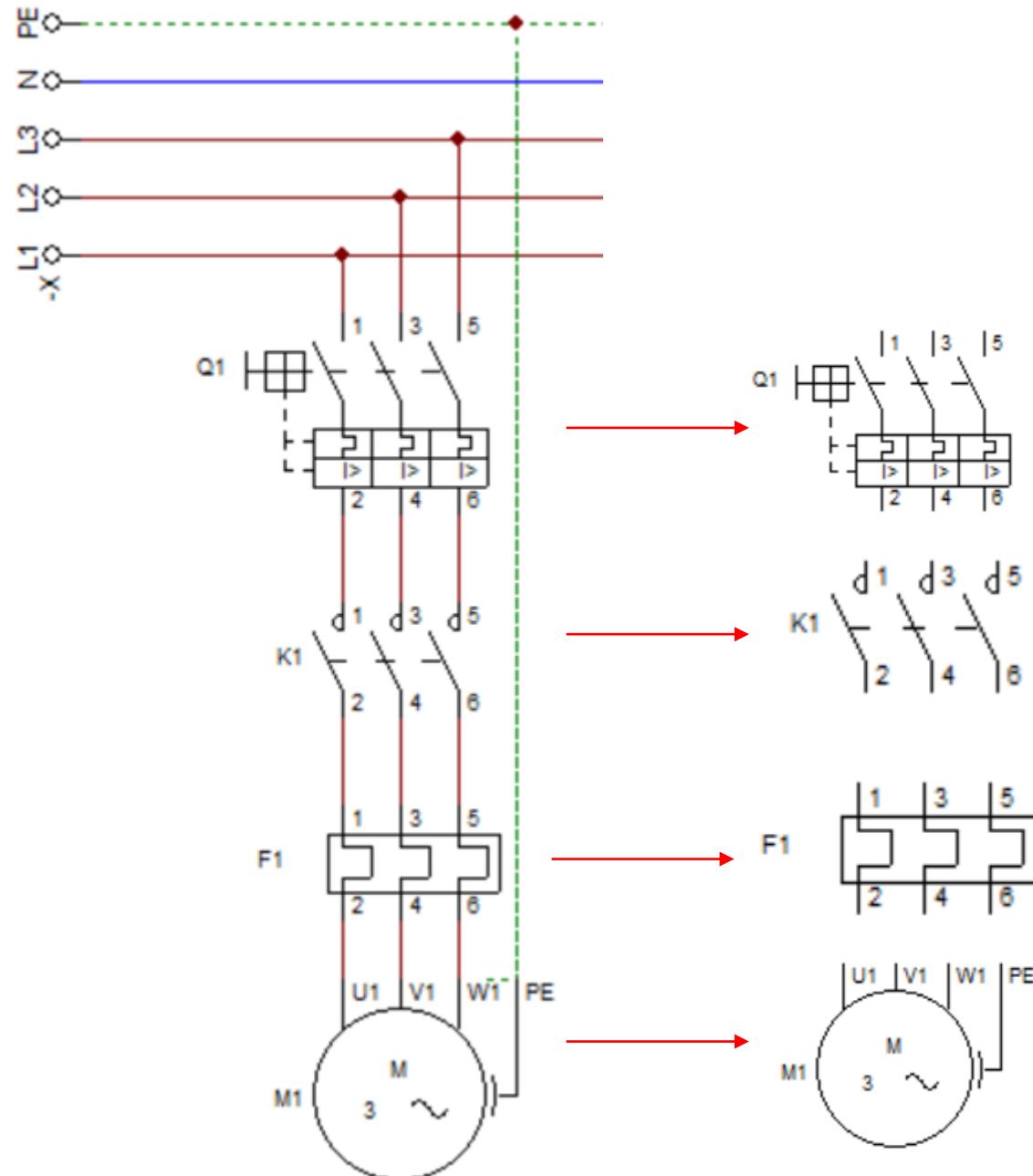


Círculo de Força



Círculo de Comando



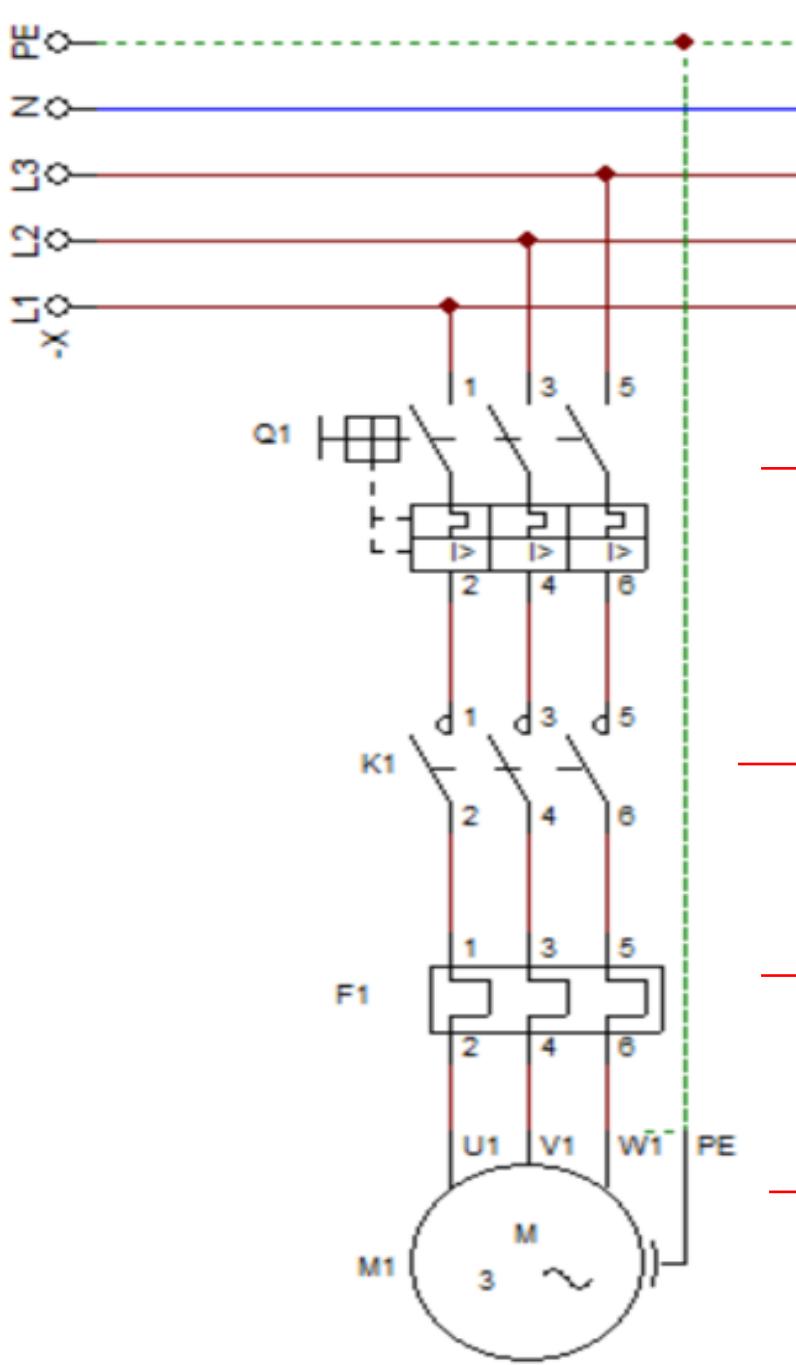


Disjuntor Termomagnético Tripolar
(Proteção contra correntes de curto e sobrecarga)

Contator Tripolar de Potência
(Manobra)

Relé de sobrecarga ou Térmico
(Proteção contra sobrecarga)

Motor de Indução Trifásico



Disjuntor Termomagnético Tripolar
(Proteção contra correntes de curto e sobrecarga)



Contator Tripolar de Potência
(Manobra)



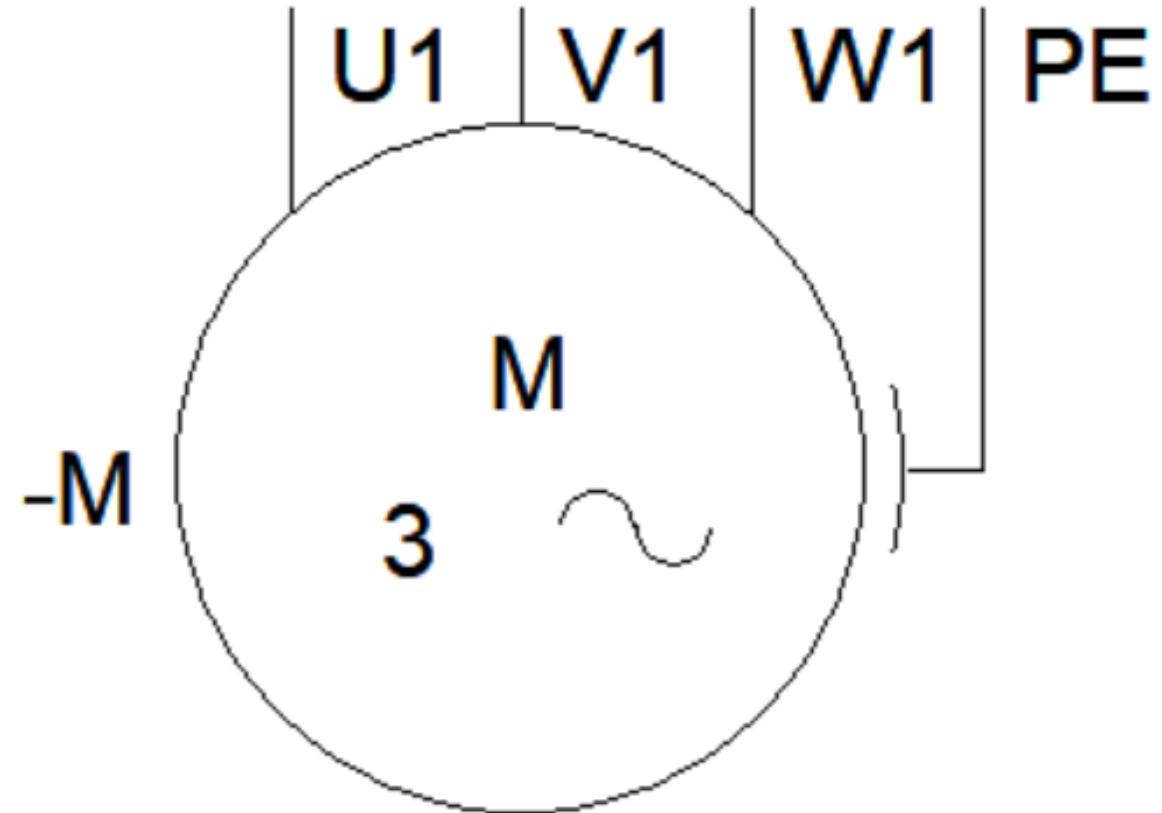
Relé de sobrecarga ou Térmico
(Proteção contra sobrecarga)

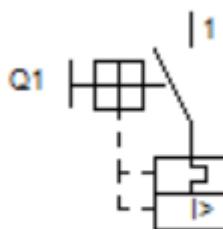
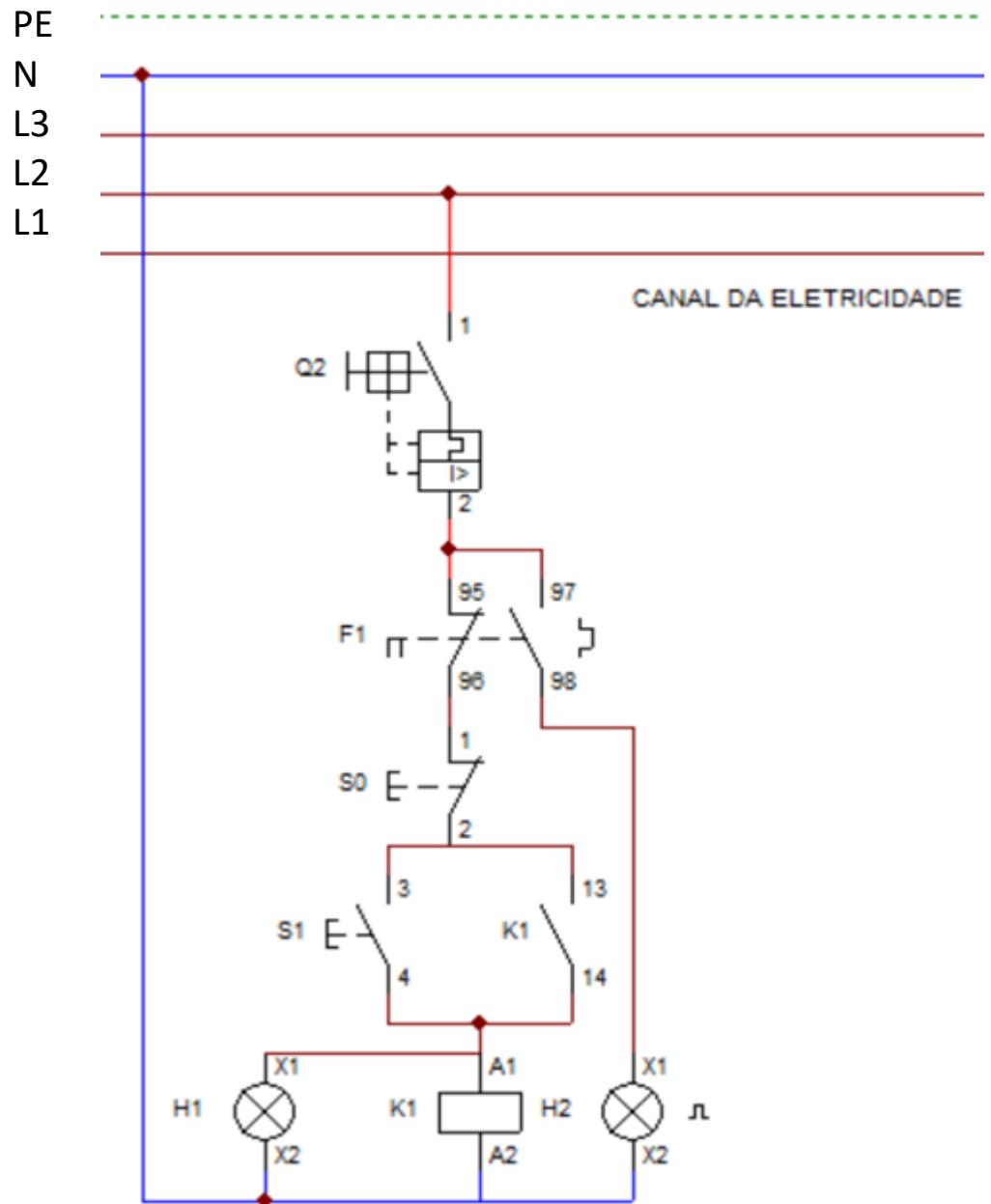


Motor de Indução Trifásico

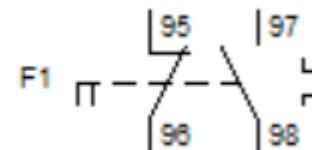


Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

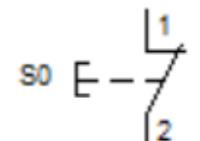




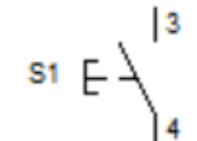
**Disjuntor Termomagnético Monopolar
(Proteção contra correntes de curto e sobrecarga)**



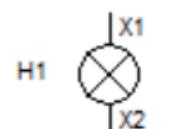
Contatos NA/NF Relé Térmico



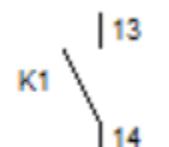
Botoeira NF



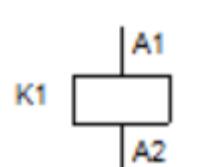
Botoeira NA



Lâmpada de Sinalização



Contato NA

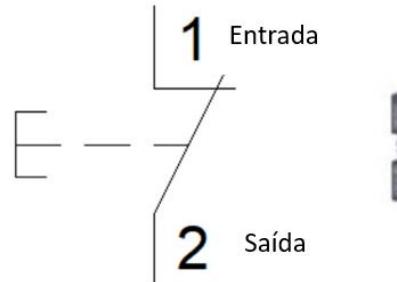


Ação Eletromagnética (Bobina)

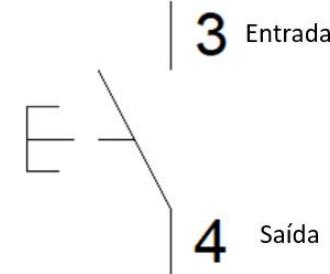


Simbologia Gráfica, Simbologia Literal e Simbologia Numérica

Já a numeração dos contatos auxiliares ou de botoeiras segue o seguinte padrão:



Botoeira NF



Botoeira NA

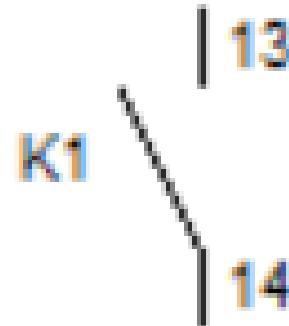


Simbologia Gráfica, Simbologia Literal e Simbologia Numérica

Nos relés e contadores tem-se A1 e A2 para os terminais da bobina. Os contatos auxiliares de um contador seguem um tipo especial de numeração, composto por dois dígitos, sendo que o primeiro dígito indica o número do contato e o segundo dígito indica se o contato é do tipo NF (1 e 2) ou NA (3 e 4). Ficou confuso agora né, mas vamos esclarecer agora



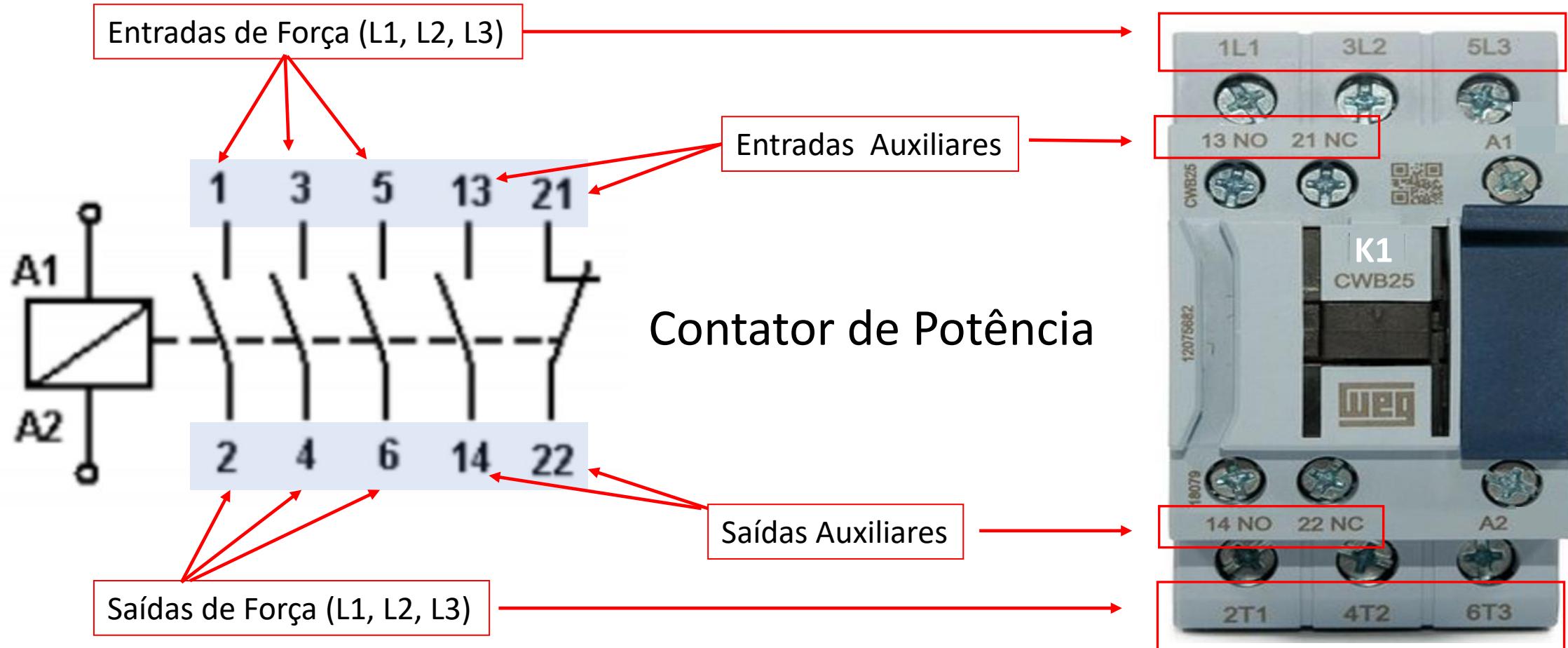
Contato NF



Contato NA



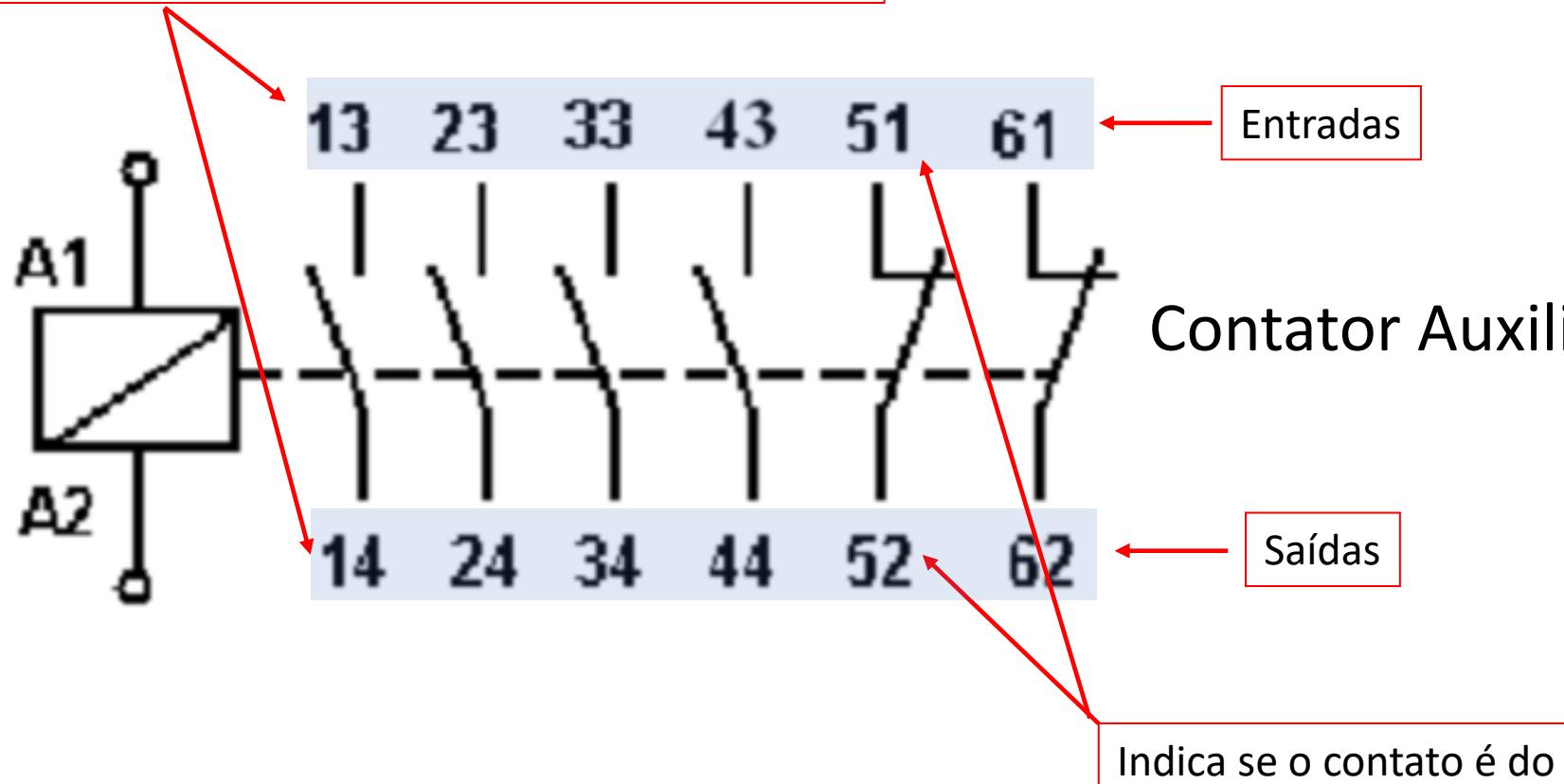
Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

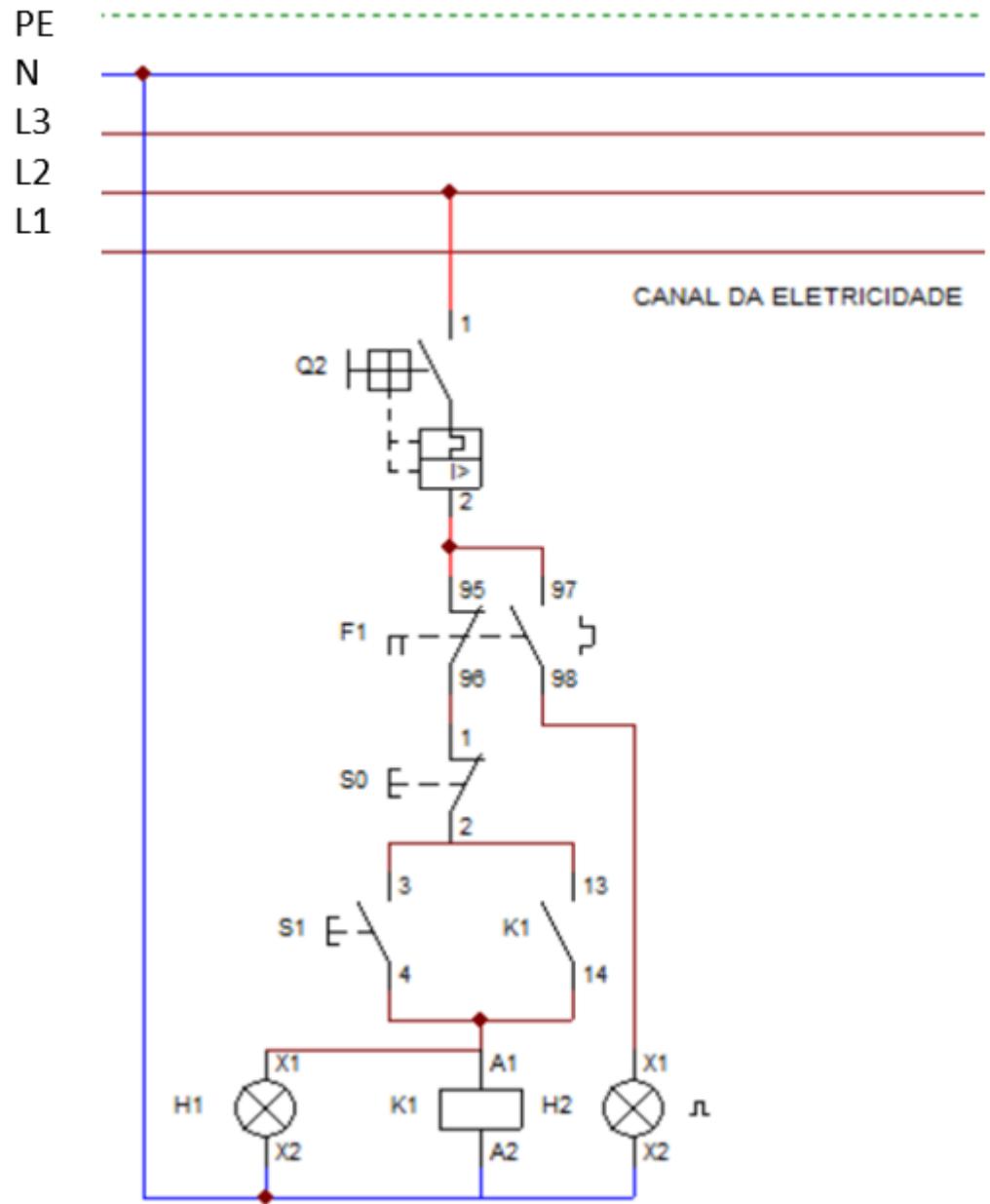




Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Indica o número do contato (aqui vão de 1 a 6)

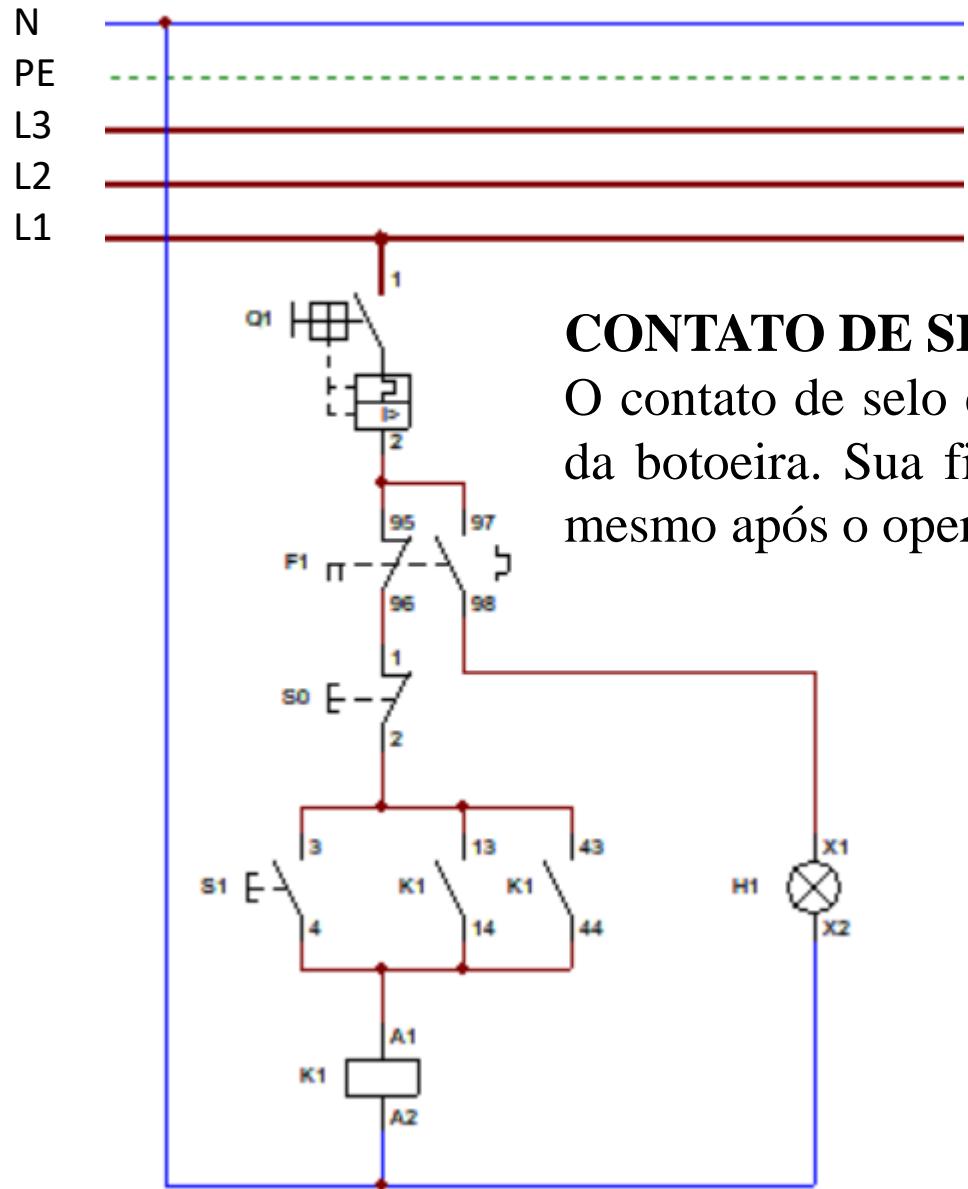




Contator Auxiliar K1



Circuito de Comando



Contator Auxiliar K1

CONTATO DE 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.

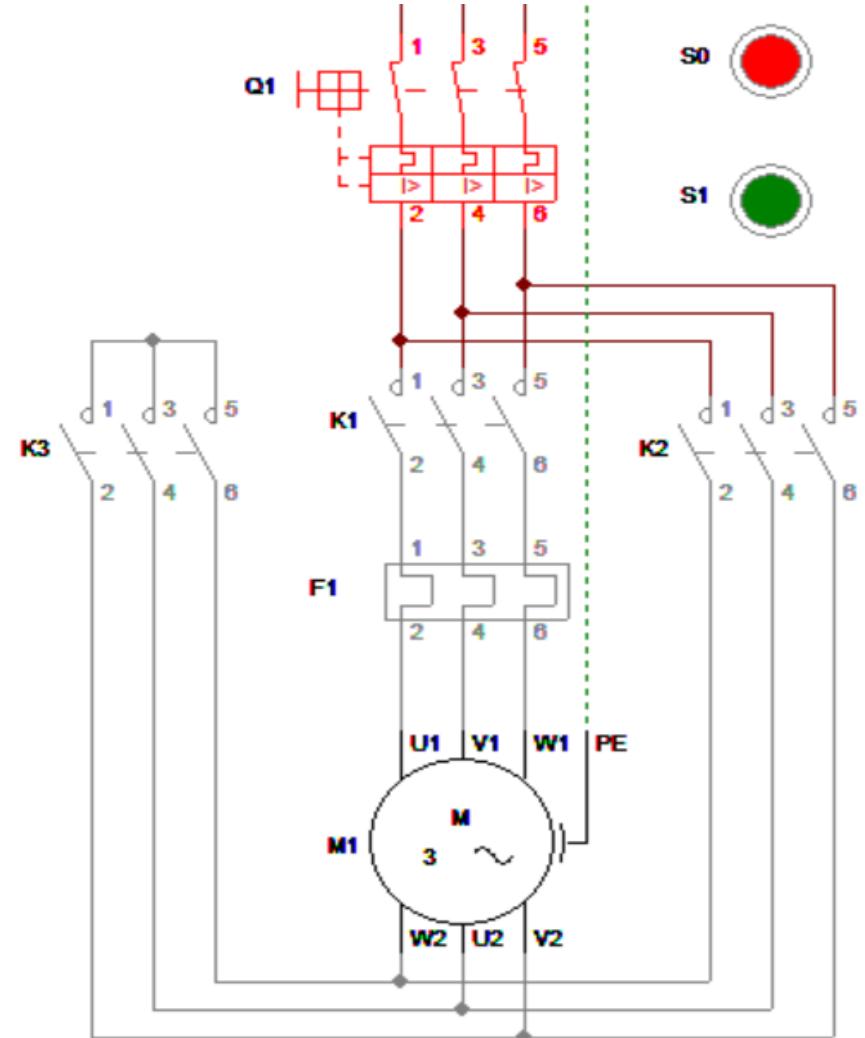




Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

INTERTRAVAMENTO

É uma associação de contatos auxiliares ,Normalmente Fechados (NF), ligados em serie com bobinas de contatores , para evitar curtos circuitos e o acionamento não intencional e simultâneo de dois contatores. Um exemplo clássico de intertravamento é na reversão de motores ou em partidas estrela triangulo ou compensadoras, que serão abordadas módulo 4 - Partidas Eletromecânicas e Estáticas de Motores Monofásicos e Trifásicos



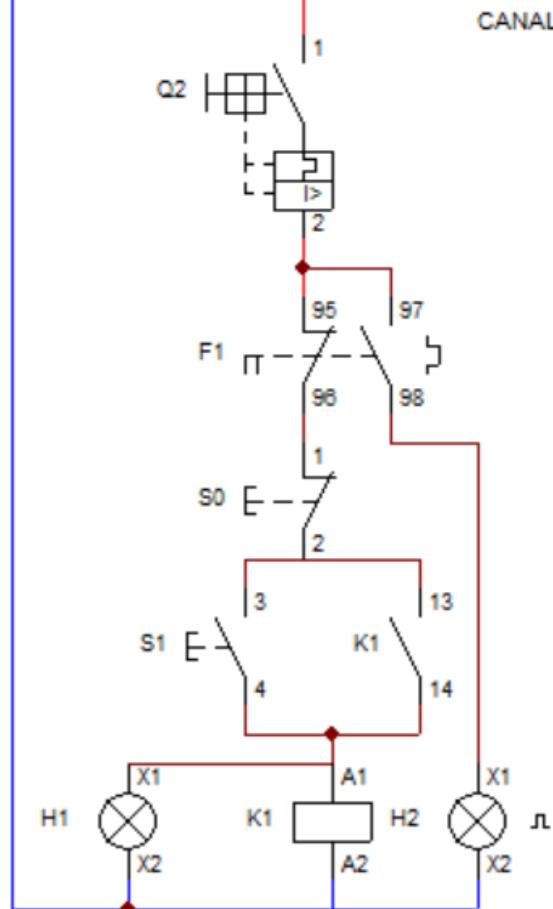
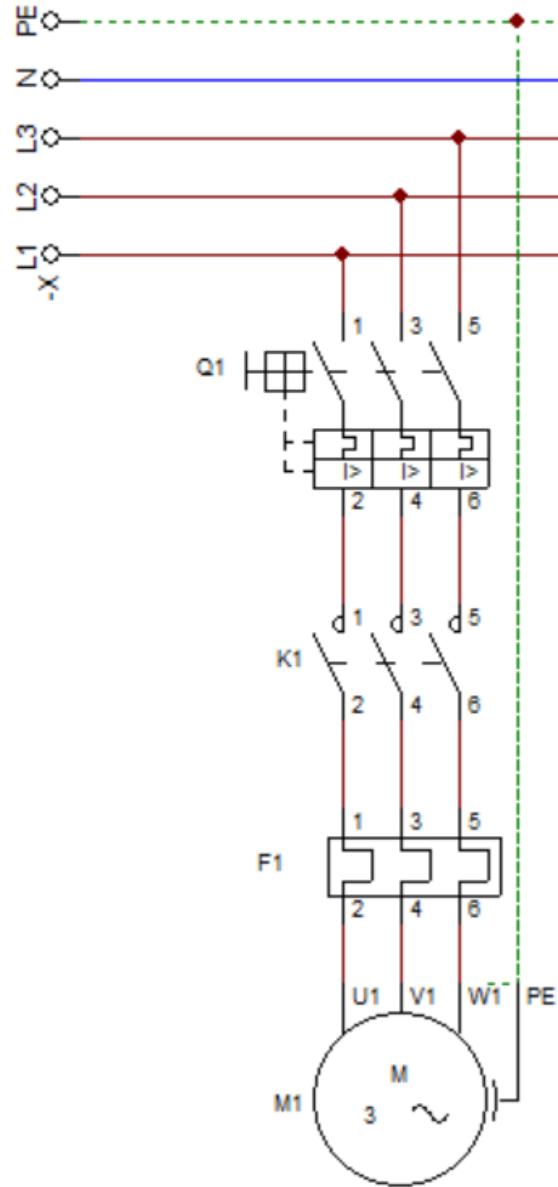


Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Botoeiras s/ Fio e Sem Bateria



Teoria de Comandos e Acionamentos Elétricos.





SÍMBOLOS LITERAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DE COPONENTES EM ESQUEMAS ELÉTRICOS CONFORME IEC 113.2 E NBR 5280

F	Dispositivos de proteção	Fusíveis, pára-raios, disparadores, relés
G	Geradores, fontes de alimentação	Geradores rotativos, alternadores, conversores de freqüência, soft-starter, baterias, osciladores.
H	Dispositivos de sinalização	Indicadores acústicos e ópticos
K	Contatores	Contatores de potência e auxiliares.
L	Indutores	Bobinas de indução e de bloqueio
M	Motores	
N	Amplificadores, reguladores	Componentes analógicos, amplificadores de inversão, magnéticos, operacionais, por válvulas, transistores
P	Instrumentos de medição e de ensaio	Instrumentos indicadores, registradores e integradores, geradores de sinal, relógios
Q	Dispositivos de manobra para circuitos	Disjuntores, seccionadores, interruptores ,de potência



Aperfeiçoamento em Comandos Elétricos com Ênfase em Análise em Falhas em Motores CA

Q	Dispositivos de manobra para circuitos	Disjuntores, seccionadores, interruptores ,de potência
R	Resistores	Reostatos, potenciômetros, termistores resistores em derivação, derivadores
S	Dispositivos de manobra, seletores	Dispositivos e botões de comando e de auxiliares posição (fim-de-curso) e seletores
T	Transformadores	Transformadores de distribuição, de potência, de potencial, de corrente, autotransformadores
U	Moduladores, conversores	Discriminadores, demoduladores, codificadores transmissores telegráficos
V	Válvulas eletrônicas, semicondutores	Válvulas, válvulas sob pressão, diodos, transistores, tiristores
W	Antenas, guias de transmissão e de onda	Jampers, cabos, barras coletoras, acopladores dipolos, antenas parabólicas.
X	Terminais, tomadas e plugues	Blocos de conectores e terminais, jaques,
Y	Dispositivos mecânicos operados mecanicamente.	Freios, embreagens, válvulas pneumáticas
Z	Cargas corretivas, transformadores diferenciais. Equalizadores, limitadores.	Rede de balanceamento de cabos, filtros a cristal



Símbolo	Componente	Exemplos
A	Conjuntos e subconjuntos	Equipam. laser e maser. Combinações diversas.
B	Transdutores	Sensores termoelétricos, células termoelétricas, células fotoelétricas, transdutores a cristal, microfones fonocaptadores, gravadores de disco.
C	Capacitores	
D	Elementos binários, dispositivos de temporização, dispositivos de memória	Elementos combinados, mono e bi-estáveis, registradores, gravadores de fita ou de disco.
E	Componentes diversos	Dispositivos de iluminação, de aquecimento, etc