

Apostila única



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO



COMANDOS ELÉTRICOS DO-ZERO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Miranda, Elifabio

Comandos elétricos do-zero [livro eletrônico] :
entendendo de uma vez por todas um diagrama de
partida direta na prática! / Elifabio Miranda. --

1. ed. -- Belo Horizonte, MG : Ed. do Autor, 2023.
PDF

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-62448-9

1. Circuitos elétricos 2. Educação
profissionalizante - Brasil 3. Eletricistas
4. Energia elétrica 5. Equipamentos elétricos
6. Redes elétricas I. Título.

23-145363

CDD-370.113

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação profissional 370.113

Aline Grazielle Benítez - Bibliotecária - CRB-1/3129



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

2 | ENTENDENDO *DE UMA VEZ POR TODAS* UM DIAGRAMA DE PARTIDA DIRETA NA PRÁTICA!



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

A partir de agora, vamos entender de uma vez por todas o diagrama de partida com muita prática para você não esquecer mais.

Vamos lá?



Você já se perguntou pra que servem os COMANDOS ELÉTRICOS?



DIAGRAMA
TRIFILAR

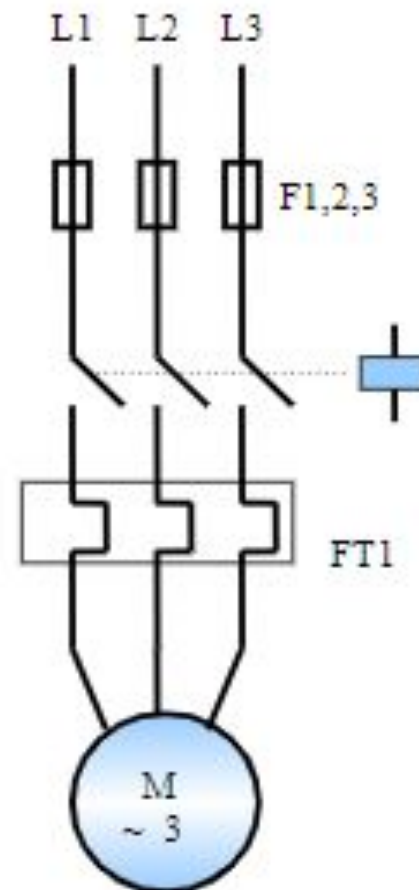
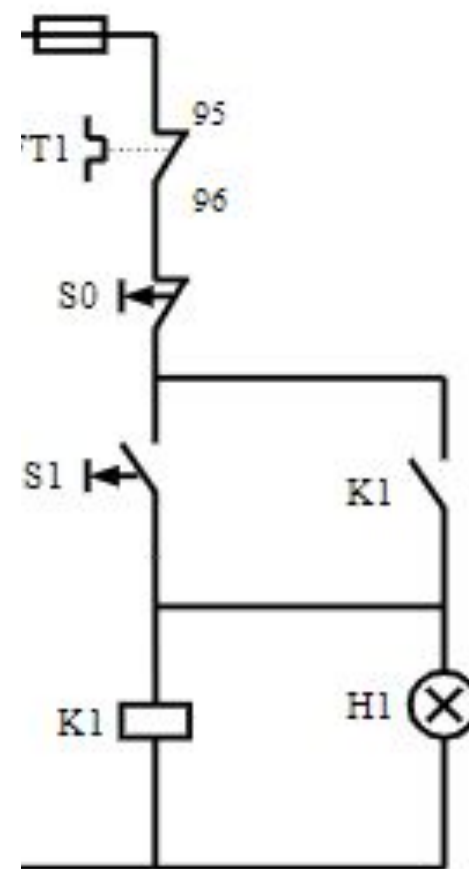


DIAGRAMA DE
COMANDO



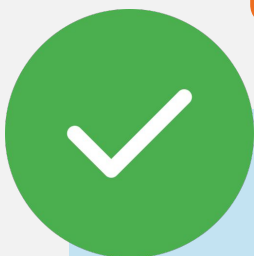
Os **comandos elétricos** servem para controlar e proteger os motores elétricos!

Mas com certeza você também já ouviu falar na expressão “*dar partida em um motor*”, que tal então já começar o curso ligando um motor na prática?



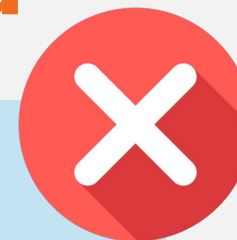
Hoje vamos aprender primeiro **quais componentes elétricos usamos em uma partida direta de um motor trifásico** (disjuntor, contator, relé térmico, etc), vamos juntar tudo isso, ligar o motor e aí sim, depois disso, conheceremos a fundo cada componente.

Características da partida direta



Vantagens:

- Torque nominal na partida
- É o método de partida mais simples, pois não são empregados dispositivos especiais de acionamento do motor
- Custo reduzido



Desvantagem:

- Corrente de partida elevada

Na partida direta o acionamento do motor é feito aplicando-se tensão nominal aos terminais do mesmo, ou seja, o motor é conectado diretamente à rede elétrica através do fechamento dos contatos do contator.

Nosso passo a passo:

1º

Entender os diagramas de força e comando da partida direta

2º

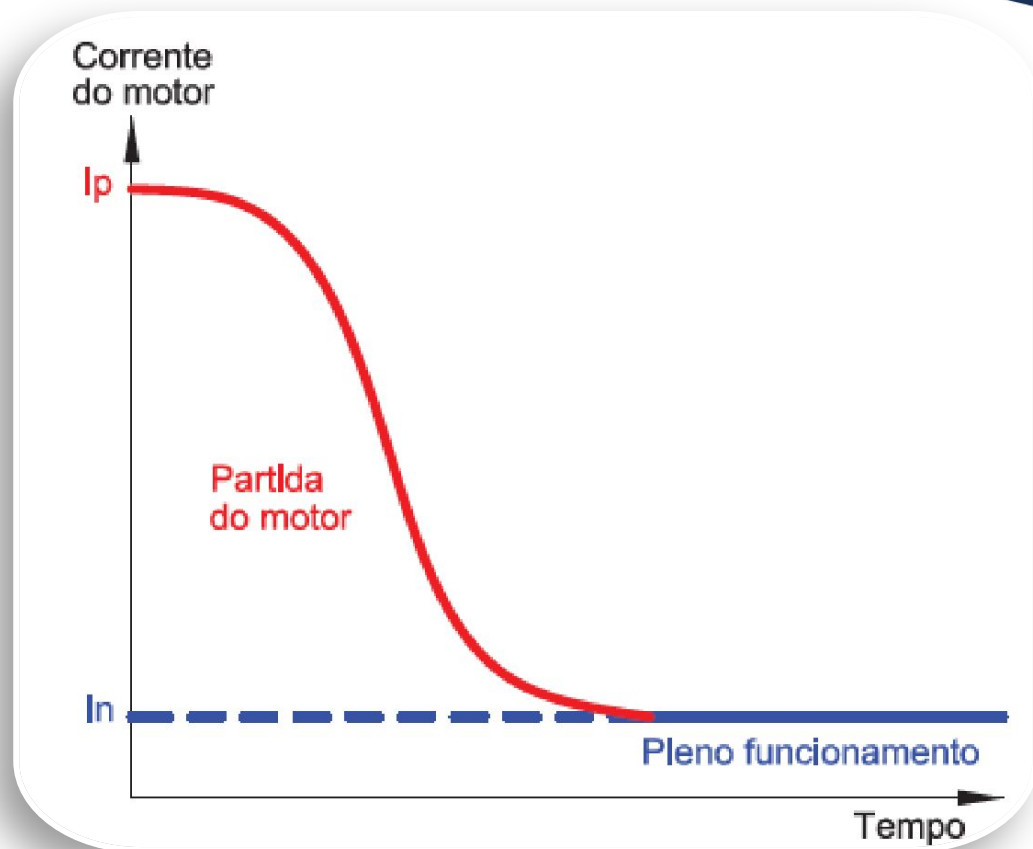
Familiarização com os elementos do sistema de comando (botoeiras, dispositivos de proteção, contator, Leds de sinalização, etc..) e respectivas simbologias

3º

Realizar a partida direta do motor de indução trifásico



O sistema de partida direta é muito utilizado nas indústrias, nas máquinas equipadas com motores de pequenas potências.



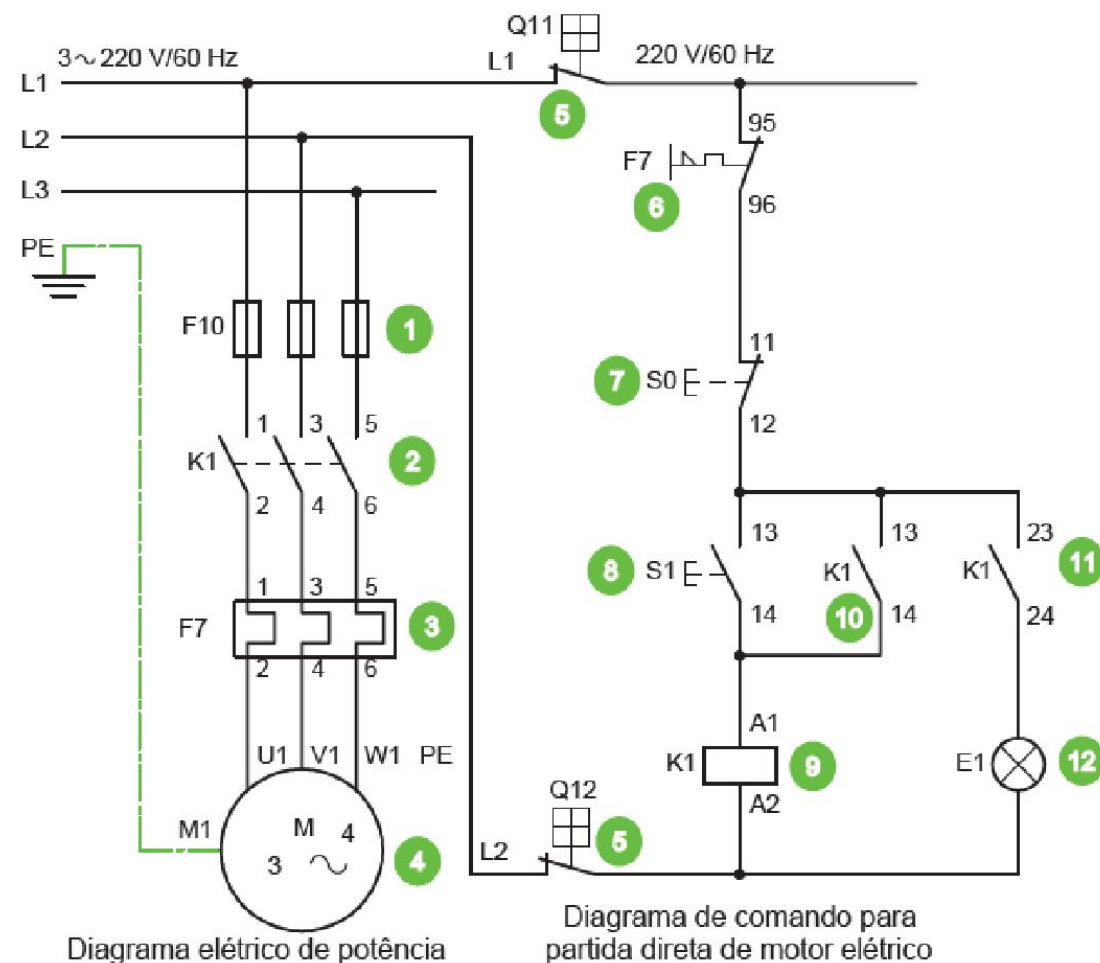
- A Norma Brasileira Regulamentadora 5410 (NBR 5410) recomenda que para partida de motores alimentados pela rede pública de baixa tensão com potência acima de 5 cv, devemos consultar a concessionária local de fornecimento de energia.
- Para potências superiores, dependendo da orientação da fornecedora de energia, é importante e obrigatória a utilização de um sistema alternativo para reduzir a corrente do motor na partida.
- Um dado importante e disponível na placa de identificação do motor é o I_p/I_n , que indica quantas vezes a corrente de partida (I_p) é maior que a corrente nominal (I_n) do motor.

Funcionamento do sistema de partida direta

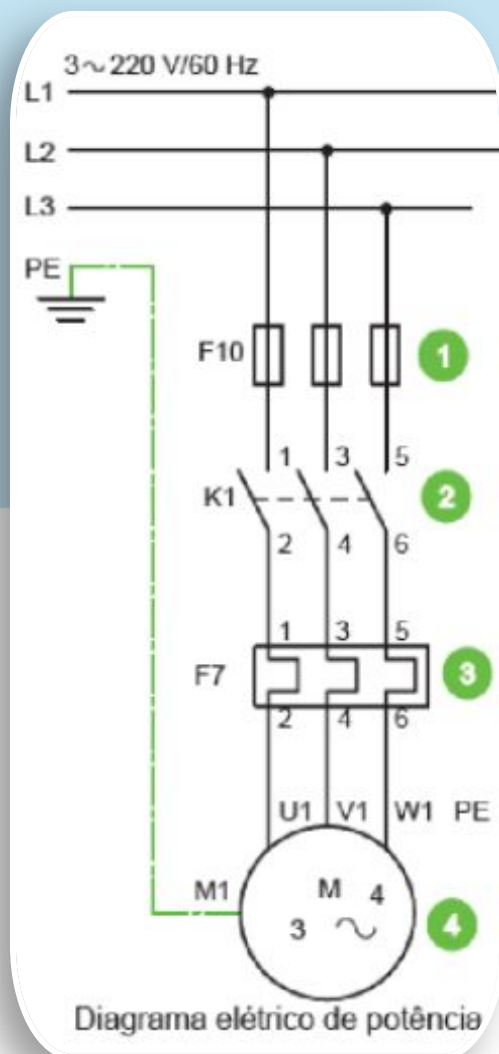
Antes de vermos o funcionamento geral do sistema, é importante **sabermos** Como funciona cada dispositivo que compõe um sistema de partida direta de motor elétrico.

Assim, será mais fácil de entender o seu funcionamento completo.

Veja o diagrama



Componentes do circuito principal ou de potência



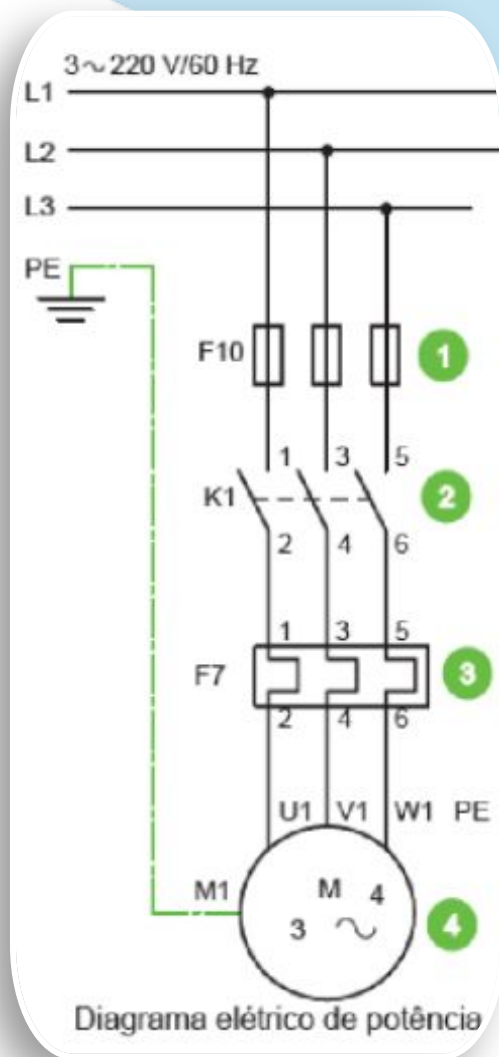
1. Fusíveis de proteção (F10)

Devem ser de ação retardada, tipo AM. São empregados na proteção de circuitos de motores e preparados para suportarem o pico de corrente durante a partida do motor elétrico. Interrompem a passagem da corrente, ou seja, “queimam”, quando ocorre um curto-circuito.

2. Contator de potência (K1)

Serve para acionar o motor elétrico. Quando a bobina de K1 no comando for energizada, o contator fecha os contatos de potência, enviando as fases para o motor elétrico.

Componentes do circuito principal ou de potência



3. Relé térmico

O relé térmico possui dois modos de funcionamento: o manual e o automático. No modo de desarme manual, se o térmico desarmar, ou seja, atuar, o contato 95-96 se abre no comando e permanece nessa condição até que um profissional o rearme e resolva o problema, permitindo que o circuito funcione novamente.

Já na posição automático, se o térmico desarmar, logo depois que esfriarem os sensores de corrente, ele volta a armar.

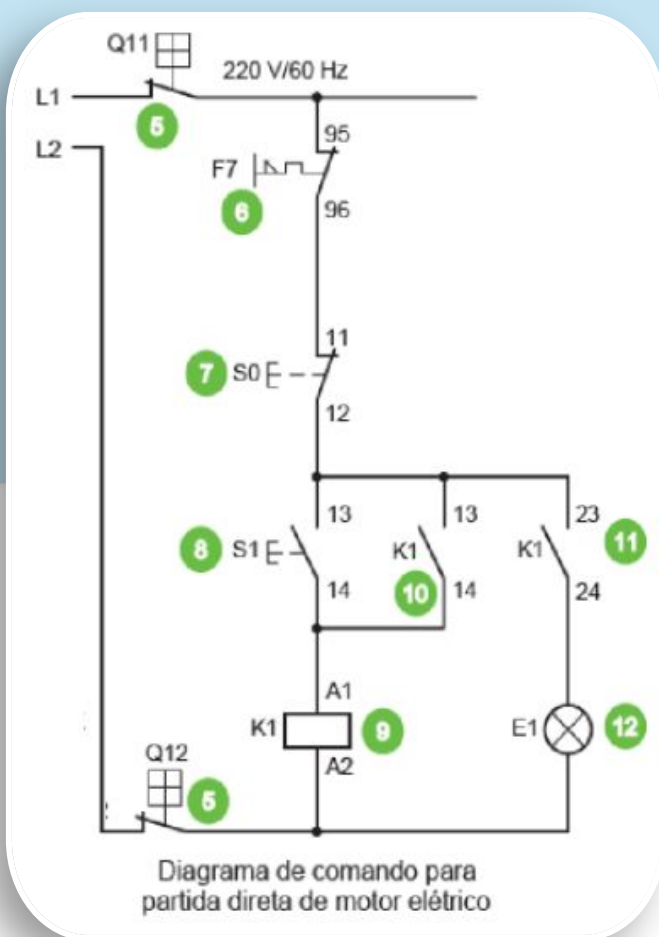
Para um efetivo funcionamento da proteção, é imprescindível que o relé térmico esteja ajustado, preferencialmente, para o modo manual e com o mesmo valor da corrente nominal do motor.

4. Motor elétrico trifásico (M1)

Gera movimento em seu eixo, movimentando o sistema mecânico a ele acoplado, ao receber a alimentação das três fases.

Vamos lembrar o fechamento do motor trifásico de seis pontas para entendermos a partida direta.

Componentes do circuito principal ou de potência



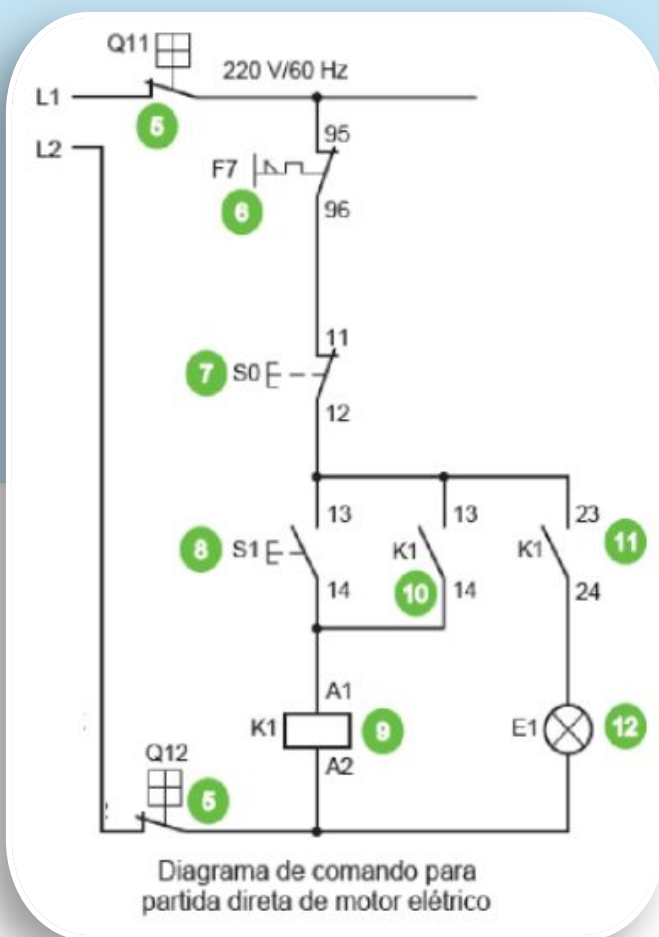
5. Disjuntor termomagnético (Q11 e Q12)

Protege o circuito de comando de sobrecorrentes na instalação principalmente nos casos de curto-circuito em dispositivos do comando. Quando a corrente ultrapassar o valor nominal do disjuntor, ele se desliga, interrompendo a passagem da corrente e inativando o circuito. Quando você solucionar o problema da instalação, é só rearmar o disjuntor e o circuito voltará a funcionar.

6. Contato de comando do relé térmico (F7)

Abre o contato 95-96 e desliga a alimentação do circuito de comando caso seja detectada sobrecorrente no circuito de potência. Depois de solucionado o problema da sobrecarga, você deve rearmar o térmico pressionando o botão azul na parte frontal do relé para que o circuito possa funcionar novamente.

Componentes do circuito principal ou de potência



7. Botão Desligar (S0)

Serve para desligar o motor. Quando pressionado, o botão abre o contato 11-12 (NF), interrompendo a tensão. Esse botão é do tipo pulsador e é vermelho.

8. Botão Ligar (S1)

Serve para ligar o motor. Quando pressionado, o botão fecha o contato 13-14 (NA), permitindo que a bobina K1 seja energizada. Esse botão é do tipo pulsador e é verde.

9. Bobina de comando do contator (K1)

Fecha os contatos de potência, quando recebe tensão, para alimentar o motor, e fecha os contatos auxiliares 13-14 e 23-24 no comando.

Componentes do circuito principal ou de potência

10. Contato 13-14 do contator (K1)

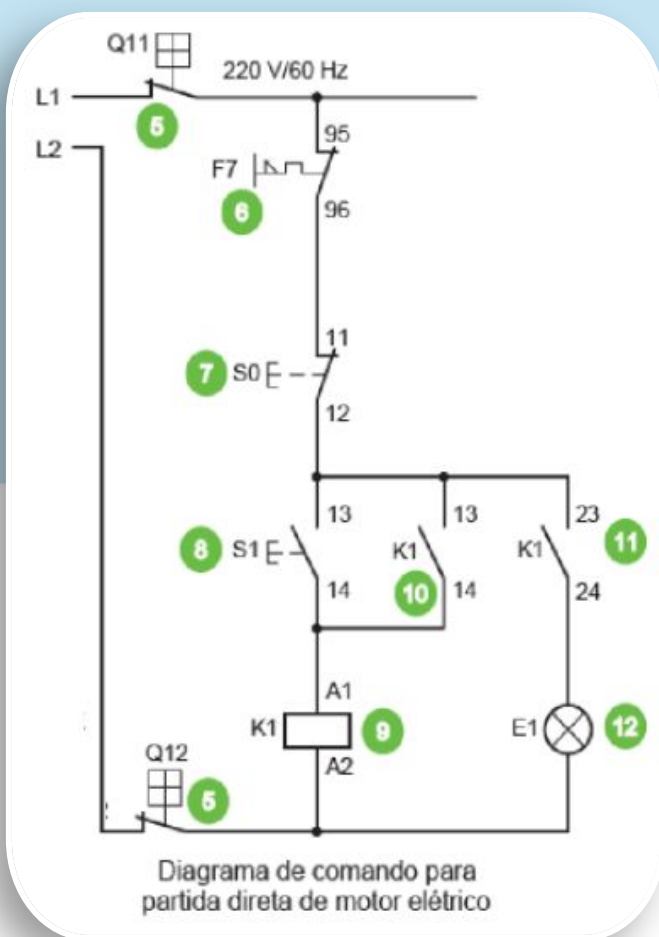
Após soltar o dedo do botão S1, o contator fecha o contato 13-14, que serve para manter o caminho para a passagem da corrente. Esse contato é chamado de contato de selo ou de manutenção.

11. Contato 23-24 do contator (K1)

O contator fecha o contato 23-24 (NA) quando a bobina K1 é energizada. Veja que no diagrama da figura mostrada anteriormente, esse contato foi usado para alimentar o sinalizador luminoso (lâmpada) E1.

12. Sinalizador luminoso (E1)

Acende uma luz verde ao receber tensão, indicando que o motor está em funcionamento. Vejamos agora, nos diagramas a seguir, como fazer a partida direta de um motor trifásico por meio de um comando elétrico. Observe o que ocorre no comando a partir do momento em que o usuário aperta o botão S1 (verde).





Nesta aula vimos...

- Como funciona um diagrama de partida direta na prática.

Na próxima aula

Vamos entender o que é melhor para se usar para proteção do circuito de potência de um motor.



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

3 |

**O QUE É MELHOR PARA SE USAR PARA
PROTEÇÃO DO CIRCUITO DE POTÊNCIA
DE UM MOTOR**



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

A partir de agora, vamos entender o que é melhor para se usar para proteção do circuito de potência de um motor: ***fusível ou disjuntor?***

Vamos lá?



Fusíveis

- São os elementos mais tradicionais para proteção contra curto-circuito de sistemas elétricos. Sua operação é baseada na fusão do “elemento fusível”, contido no seu interior. O “elemento fusível” é um condutor de pequena seção transversal, que sofre, devido a sua alta resistência, um aquecimento maior que o dos outros condutores, à passagem da corrente.
- O “elemento fusível” é um fio ou uma lâmina, geralmente de cobre, prata, estanho, chumbo ou liga, colocado no interior de um corpo, em geral de porcelana ou esteatita, hermeticamente fechado.



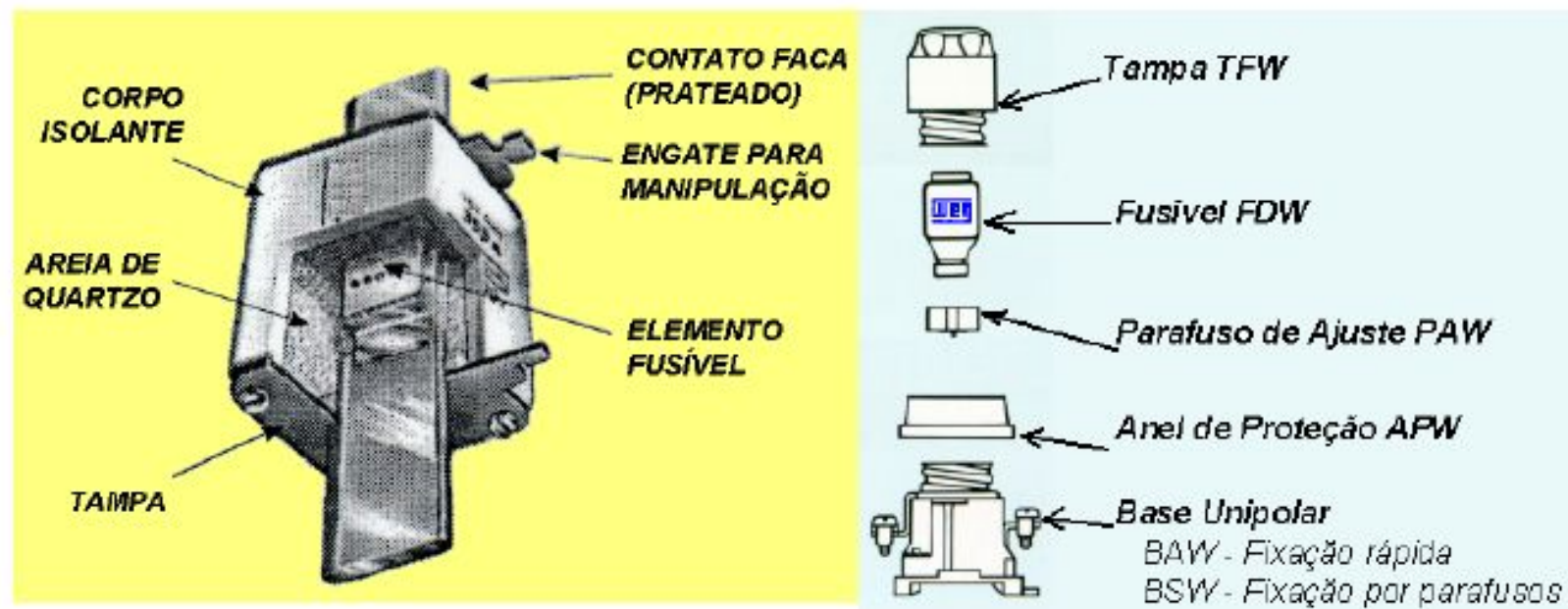
Fusíveis

- Possuem um indicador que permite verificar se operou ou não; ele é um fio ligado em paralelo com o elemento fusível e que libera uma mola que atua sobre uma plaqueta ou botão, ou mesmo um parafuso, preso na tampa do corpo.
- Os fusíveis contêm em seu interior, envolvendo por completo o elemento, material granulado extintor; para isso utiliza-se, em geral, areia de quartzo de granulometria conveniente.

A figura 1 mostra a composição de um fusível (no caso mais geral). Veja a seguir!



Figura 1– Componentes de um fusível WEG



O elemento fusível pode ter diversas formas. Em função da corrente nominal do fusível, ele compõe-se de **um ou mais fios ou lâminas em paralelo, com trecho(s) de seção reduzida**. Nele existe ainda um ponto de solda, cuja temperatura de fusão é bem menor que a do elemento e que atua por sobrecargas de longa duração.

FUSÍVEIS DE FORÇA (D OU NH)

São dispositivos de proteção que quando usados em circuitos alimentadores de motores protegem-nos contra correntes de curto-circuito e de forma seletiva (em combinação com relés) contra sobrecargas de longa duração.

Classificação

a) **Tensão de alimentação: alta tensão ou baixa tensão;**
b) **Características de interrupção: ultra-rápidos ou retardados.**

- Os fusíveis usados na proteção de circuitos de motores são da classe funcional (gL), indicando que são fusíveis com função de “proteção geral”.
- A característica de interrupção destes fusíveis é de efeito retardado (gG), pois os motores (cargas indutivas) no instante de partida, solicitam uma corrente diversas vezes superior à nominal e que dever ser “tolerada”.
- Caso fossem utilizados fusíveis com características de interrupção “ultra-rápida” estes fundiram (queimaram), em função da corrente de partida do motor, o que não estaria de acordo com a função do fusível, pois a corrente de partida não representa nenhuma condição anormal.

FUSÍVEIS DE FORÇA (D OU NH)

Classificação

c) Forma construtiva dos fusíveis retardados:

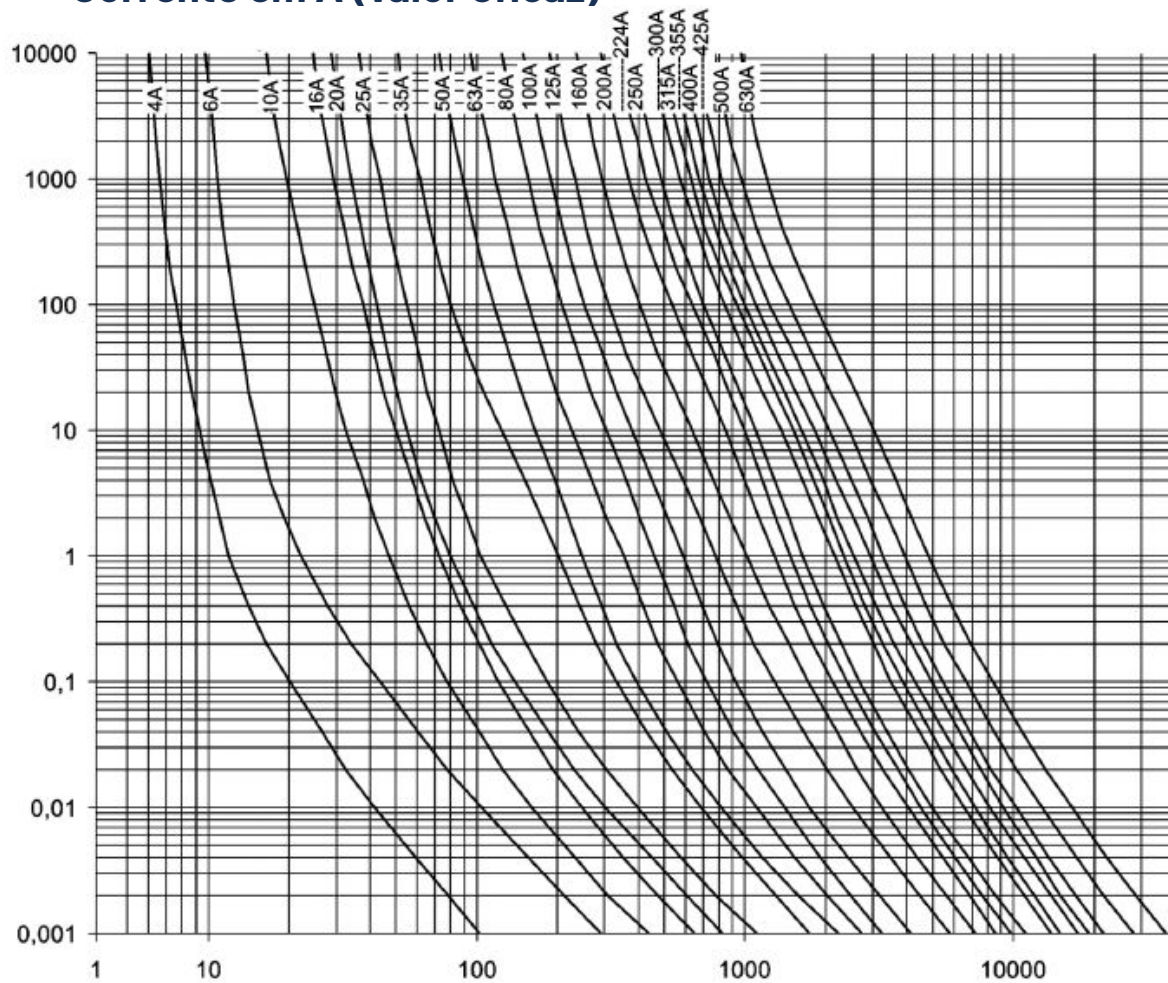


Classificam-se basicamente em fusíveis **tipo “D”** e do tipo **“NH”**. Os fusíveis do tipo “D” (diametral – ver figura 2 (a)), são recomendados para uso tanto residencial quanto industrial. São construídos para correntes normalizadas de 2 a 63A, capacidade de ruptura de 50kA e tensão máxima 500V.



Os fusíveis do tipo **“NH”** (alta capacidade, baixa tensão – ver figura .2 (b)), são recomendados para uso industrial e devem ser manuseados apenas por pessoal qualificado. São fabricados para correntes normalizadas de 4 a 630A, capacidade de ruptura de 120kA e tensão máxima de 500V. Na prática (por questões econômicas), costuma-se utilizar fusíveis do tipo “D” até 63ª e acima deste valor fusíveis do tipo “NH”.

Corrente em A (valor eficaz)

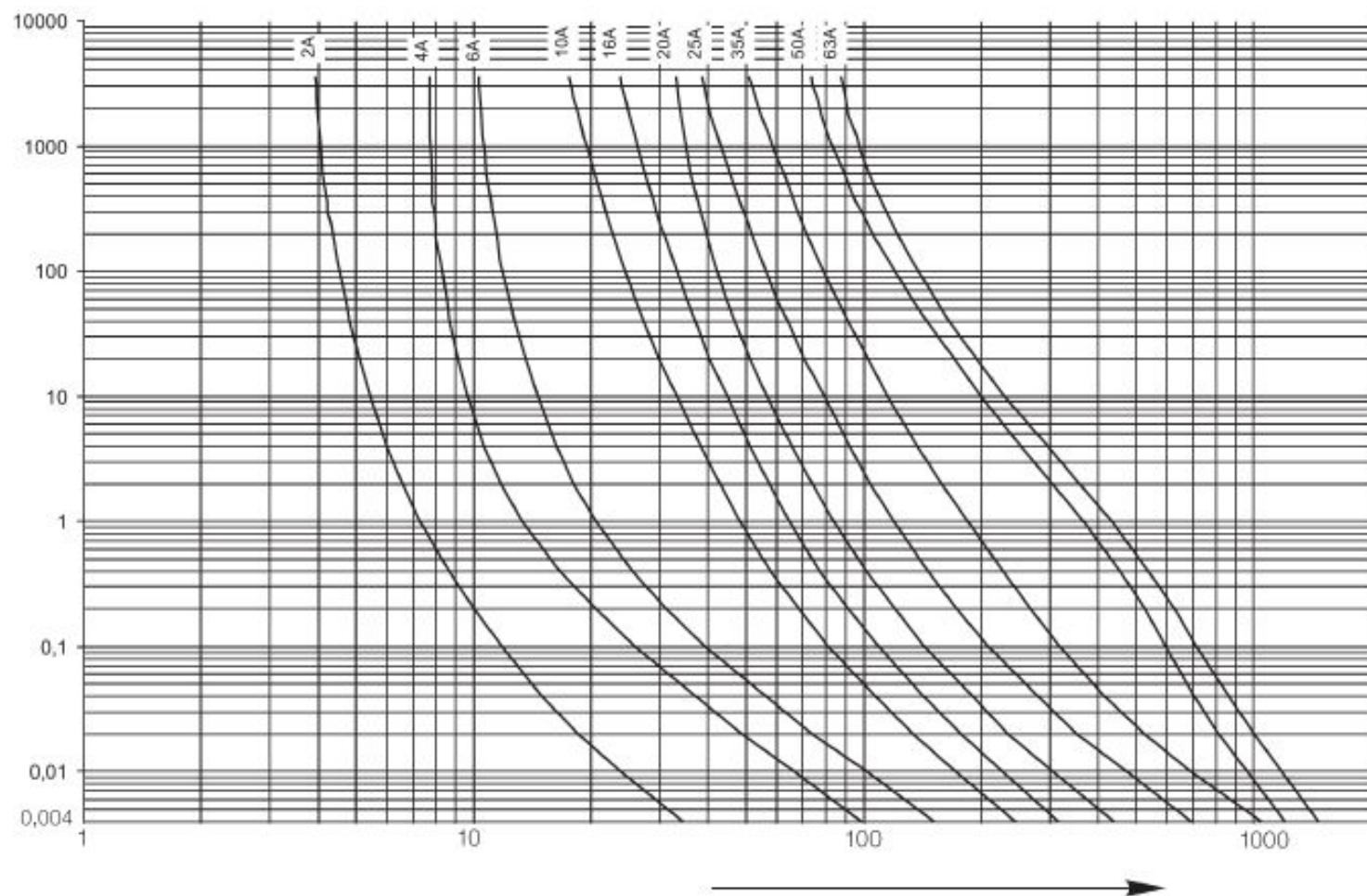


CURVAS TEMPO X CORRENTE DE FUSÍVEIS WEG

FUSÍVEIS TIPO “D”

Curva Tempo (s) x Corrente (A)

Corrente em A (valor eficaz)



**CURVA TEMPO (S) X
CORRENTE (A)**

FUSÍVEIS TIPO “NH”

DIMENSIONAMENTO

No dimensionamento de fusíveis retardados, recomenda-se que sejam observados, no mínimo, os seguintes pontos:

- a) Devem suportar, sem fundir, o pico de corrente (I_p), dos motores durante o tempo de partida (TP). Com I_p e TP entra-se nas curvas características;
- b) Devem ser dimensionados para uma corrente (I_F), no mínimo 20% superior à nominal (I_n) do motor que irá proteger. Este critério permite preservar o fusível do “envelhecimento” prematuro, fazendo com que sua vida útil, em condições normais, seja mantida:

$$I_F \geq 1,2 \times I_n$$

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Mini disjuntor termomagnético

- Foi desenvolvido para proteção de instalações elétricas contra sobrecarga e curto-circuito. Pode ser utilizado também para a proteção de equipamentos elétricos desde que sejam respeitados os seus dados técnicos (corrente nominal, capacidade de interrupção de curto-circuito, curva de disparo, etc.). Com correntes que variam de 2 a 70A, pode ser monopolar, bipolar, tripolar e tetrapolar.
- Possui mecanismo de “disparo livre”, garantindo a atuação do minidisjuntor mesmo com a alavanca de acionamento travada na posição “ligado”.
- É composto também por contatos especiais de prata que garantem a segurança contra solda produzida por arco elétrico; câmara de extinção de arco que absorve a energia do arco elétrico; disparadores térmicos e magnéticos para proteção contra sobrecarga e curto-circuito, respectivamente; bornes de conexão que permitem a conexão de condutores com diâmetros diferentes, etc.



CURVAS CARACTERÍSTICAS DE DISPARO

O Minidisjuntor MDW atende as curvas características de disparo B e C, conforme a Norma IEC 60898, podendo ser utilizado nas mais variadas aplicações.

Curva B

O mini-disjuntor de curva B tem como característica principal o disparo instantâneo para correntes de 3 a 5 vezes a corrente nominal. Sendo assim, são aplicados principalmente na proteção de circuitos com características resistivas. **Exemplo:** Lâmpadas incandescentes, chuveiros, aquecedores elétricos, etc.

Curva C

O mini-disjuntor de curva C tem como característica o disparo instantâneo para correntes de 5 a 10 vezes a corrente nominal. Sendo assim, são aplicados para a proteção de circuitos com instalação de cargas indutivas.

Exemplo: Lâmpadas fluorescentes, geladeiras, máquinas de lavar, motores, etc

COORDENAÇÃO DE PROTEÇÃO



Para obter-se uma seleção adequada do mini disjuntor, sua corrente nominal deve ser menor ou igual à corrente máxima admitida pelo condutor da instalação a ser protegida (consultar valores fornecidos pelos fabricantes de condutores).



Nesta aula vimos...

- O que é melhor para se usar para proteção do circuito de potência de um motor.

Na próxima aula

Vamos entender para que serve o contator e como aplicá-lo do jeito certo. Siga em frente!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

4

**O CONTATOR: PRA QUE SERVE E COMO
APLICAR DO JEITO CERTO, SEM
COMETER ERROS**



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

A partir de agora, vamos entender mais sobre o **contator**, aprendendo para que serve e como aplicar do jeito certo, sem cometer erros.

Vamos lá?



DEFINIÇÃO (DE NORMA)

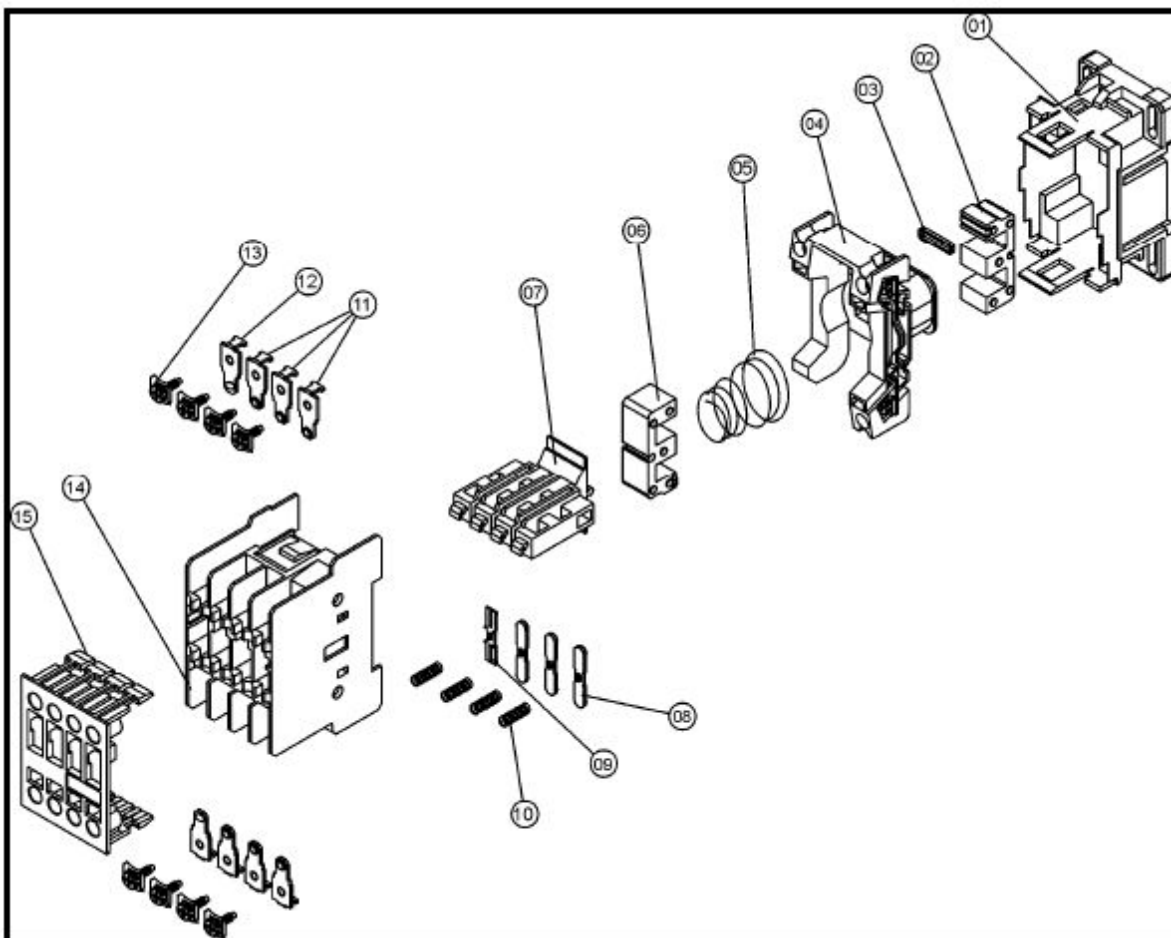
CONTATORES

Chave de operação não manual, eletromagnética, que tem **uma única posição de repouso** e é capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, inclusive sobrecargas no funcionamento.

Os principais elementos construtivos de um contator são:

- Contatos;
- Núcleo;
- Bobina;
- Molas;
- Carcaça.





- 01 - Carcaça inferior**
- 02 - Núcleo fixo**
- 03 - Anel de curto circuito**
- 04 - Bobina**
- 05 - Mola de curso**
- 06 - Núcleo móvel**
- 07 - Cabeçote móvel**
- 08 - Contatos móveis principais**
- 09 - Contatos móveis auxiliares**
- 10 - Molas de contato**
- 11 - Contatos fixos principais**
- 12 - Contatos fixos auxiliares**
- 13 - Parafusos com arruelas**
- 14 - Carcaça superior**
- 15 - Capa**

CONTATO PRINCIPAL

É aquele **componente de ligação** que, em estado **fechado**, conduz a corrente do circuito principal. Os contatos principais de um contator são dimensionados com **o objetivo principal de estabelecer e interromper correntes de motores**, podendo ainda, acionar cargas resistivas, capacitivas e outras.

Obs.: Os contatos principais nos contatos serão em número de três, quatro eventualmente dois e até um.

CONTATO AUXILIAR

São dimensionados para a **comutação de circuitos auxiliares para comando, sinalização e intertravamento elétrico**, entre outras aplicações.

O **formato dos contatos** auxiliares está de acordo com a função: normalmente aberto (NA) ou normalmente fechado (NF), podendo ser ainda **adiantados** ou **retardados**, dependendo da linha e modelo do contator utilizado.

Montagem dos blocos de contatos auxiliares



SISTEMA DE ACIONAMENTO

O acionamento dos contadores pode ser realizado com corrente alternada (CA) ou contínua (CC), por serem dotados de sistemas específicos (bobina, núcleo) para cada tipo de corrente.

Acionamento CA

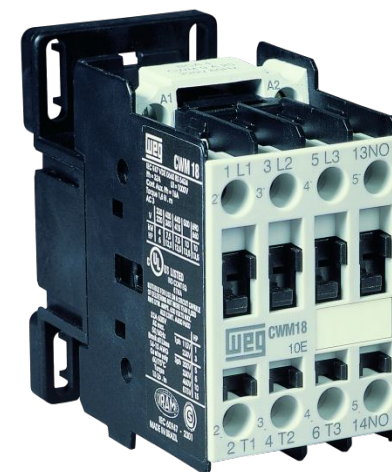
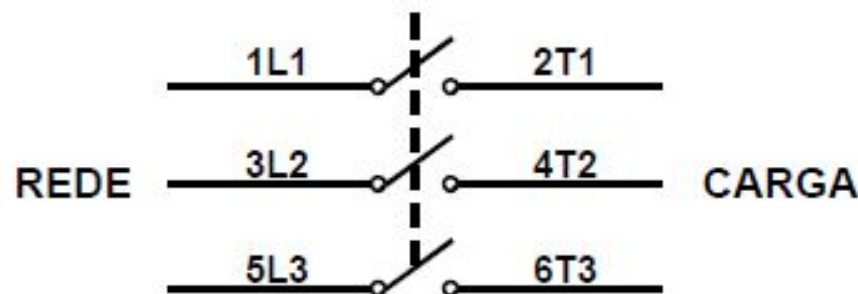
- O campo magnético é produzido através da bobina, atraindo a parte móvel dos contatos, fazendo assim a movimentação dos contatos principais e auxiliares.
- Para este sistema de acionamento, existem os anéis de curto-circuito, que situam-se sobre o núcleo fixo do contator e evitam o ruído devido à passagem da corrente alternada por zero.
- Um entreferro reduz a remanência após a interrupção da tensão de comando e evita o “colamento” do núcleo. Após a desenergização da bobina de acionamento, o retorno dos contatos principais (bem como dos auxiliares) para a posição original de repouso, é garantido através de molas (de compressão).

ETIQUETAS E IDENTIFICAÇÃO DE TERMINAIS NOMENCLATURA DE CONTATOS EM CONTATORES

Segundo a IEC 60947-4, a identificação de terminais de contadores e relés associados, é para fornecer informações a respeito da função de cada terminal e sua localização com respeito a outros terminais ou para outras aplicações.

A seguir as definições da IEC 60947-4 e comentá

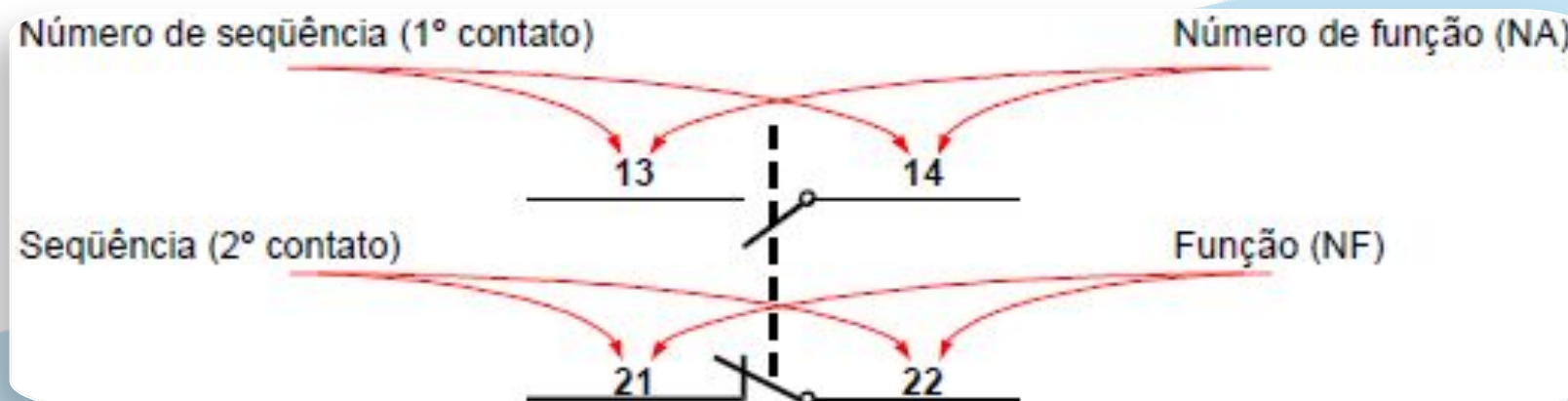
- **Bobinas:** São identificadas de forma alfanumérica com A1 e A2.
- **Terminais do circuito principal (potência):** Devem ser identificados por números unitários e por um sistema alfanumérico



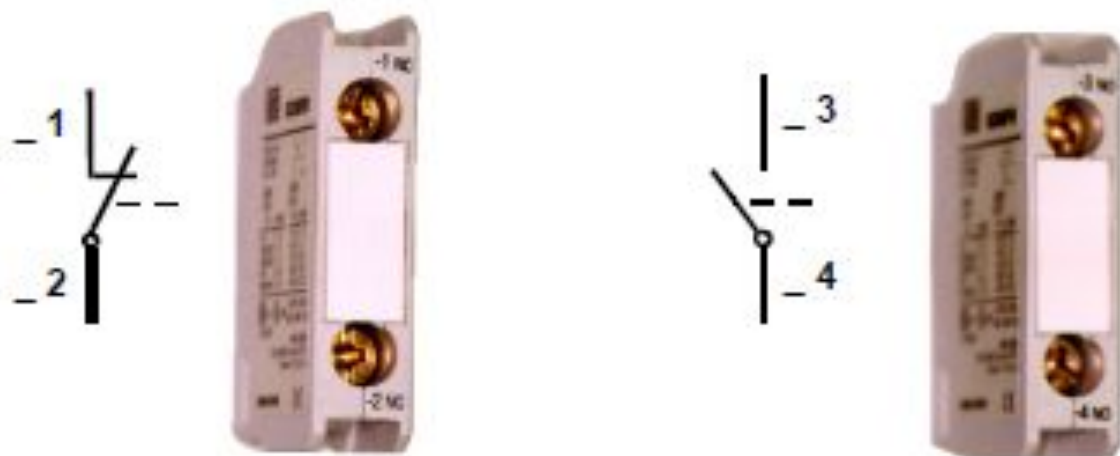
Os terminais 1L1, 3L2 e 5L3 voltam-se para a rede (fonte) e os terminais 2T1, 4T2 e 6T3 para a carga.

- **Terminais de contatos auxiliares:** Os terminais dos circuitos auxiliares devem ser marcados ou identificados nos diagramas, através de figura com dois números, a saber:
 - ✓ A unidade representa a função do contato;
 - ✓ A dezena representa a sequência de numeração.

O exemplo a seguir ilustra este sistema de marcação :



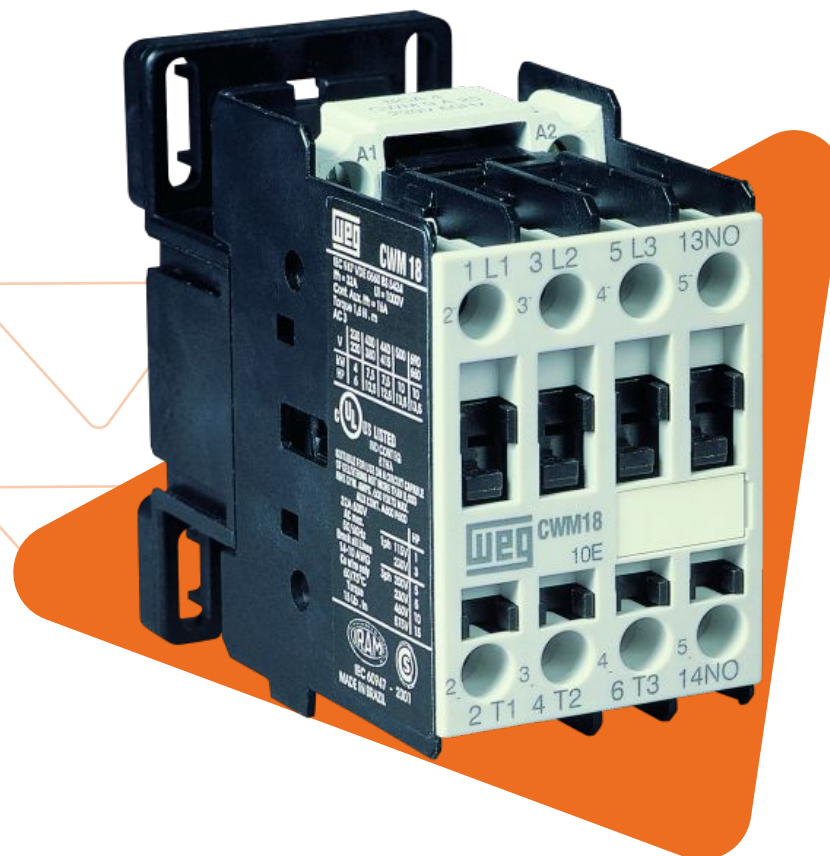
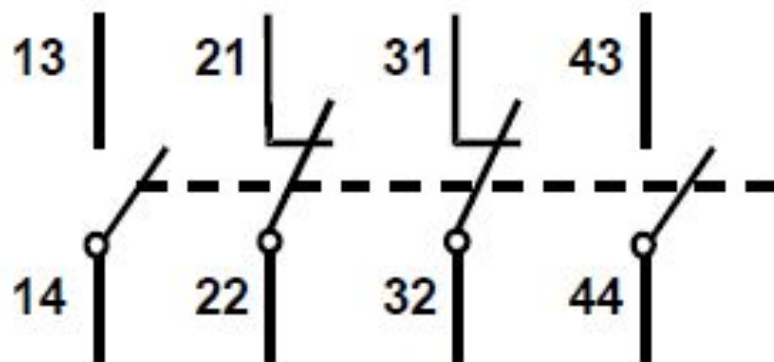
- **Número de Função:** Os números de função 1,2 são próprios de contatos normalmente fechados e 3,4 próprios de contatos normalmente abertos.



- ✓ Os traços antes dos números indicam a sequência.
- ✓ Os números de função 5-6 são próprios de contatos NF retardados na abertura, enquanto os números de função 7-8 são próprios de contatos NA adiantados no fechamento.

- **Número de sequência:** : A norma diz que terminais pertencentes a um mesmo elemento de contato devem ser marcados com o mesmo número de sequência. Logo, todos os contatos de mesma função devem ter número de sequência diferentes.

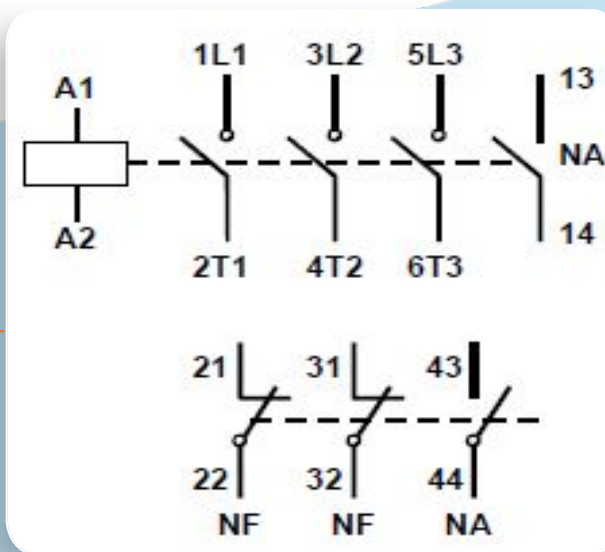
Veja o exemplo:



- **Contatores providos de blocos aditivos:** Tanto contatores de força (potência) como auxiliares podem ser fabricados em uma configuração básica, sobre a qual aplica-se “blocos de contatos auxiliares aditivos”. Esta técnica (e tendência) permite ao projetista e/ou usuário definir e aplicar os contatos auxiliares que desejar e que necessitar para cobrir as funções de intertravamento e sequenciamento elétrico que seu equipamento exigir.

A seguir são mostrados alguns exemplos de contatores de força e respectivas versões básicas e como ficam quando recebem blocos aditivos

No caso de se adicionar 3 contatos auxiliares para deixá-los com 2NA+2NF o esquema representativo fica:



DIMENSIONAMENTO DE CONTADORES DE FORÇA

A escolha de contadores merece **grande atenção**, pois disto dependerá **o funcionamento correto dos motores e equipamentos por eles acionados**, bem como, **a vida útil** (elétrica e mecânica) dos contadores especificada pelo fabricante.



CRITÉRIOS DE ESCOLHA

a. Categoria de emprego: A categoria de emprego determina as condições para a ligação e interrupção da corrente e da tensão nominal de serviço correspondentemente, para a utilização normal do contator, nos mais diversos tipos de aplicação para CA e CC. A determinação do contator é feita através da corrente ou potência a acionar e tensão do circuito principal, *após* a definição da categoria de emprego.

Tipo de Corrente	Categorias de Emprego	APLICAÇÕES TÍPICAS
CA	AC – 1	Manobras leves; carga ôhmica ou pouco indutiva (aquecedores, lâmpadas incandescentes e fluorescentes compensadas).
CA	AC – 3	Serviço normal de manobras de motores com rotor gaiola (bombas, ventiladores, compressores). Desligamento em regime.
CA	AC – 4	Manobras pesadas. Acionar motores com carga plena; comando intermitente (pulsatório); reversão a plena marcha e paradas por contracorrente (pontes rolantes, tornos, etc.).

Categorias de Emprego de Contatores conforme IEC 60947-1

CRITÉRIOS DE ESCOLHA

b. Tensão de Comando: Critério empregado após a definição do tipo de contator a ser utilizado, juntamente com a frequência da rede. Diferencia-se a princípio pelo sistema utilizado, sendo usual a tensão em corrente alternada e com menor incidência em corrente contínua.

c. Frequência de Manobras: Frequência de manobras, ou seja, o número de manobras por hora que o contator deve realizar, também é uma informação importante, pois, quanto maior este valor, menor será a vida dos contatos. No catálogo em anexo, encontram-se os valores de frequência de manobras para os diversos tipos de aplicação.

d. Quantidade de Contatos Auxiliares: A quantidade depende das necessidades de comando intertravamento e sinalizações constantes do circuito.

COMUTAÇÃO DE MOTORES COM ROTOR DE GAIOLA

A escolha do contator pode ser feita baseada na corrente nominal do motor, para a tensão correspondente e o tipo de serviço nominal do motor.

ESCOLHA PARA CATEGORIA DE EMPREGO AC3

O típico caso de emprego para a categoria AC3 é a partida de um motor com rotor gaiola e seu desligamento em regime. Na partida de motores com rotor gaiola, a corrente normalmente está entre 6 e 8 x I_e . O desligamento é feito sob corrente nominal (I_e).

COMUTAÇÃO DE CARGAS RESISTIVAS - CATEGORIA AC-1

Contatores para comutação de cargas resistivas são escolhidos para categoria de emprego AC1 (no caso de corrente contínua DC1), onde a corrente de desligamento é praticamente igual à de ligação. É admissível um pequeno aumento da corrente de ligação devido à menor resistência em estado frio em comparação com a resistência verificada no regime de funcionamento.

Frequência de manobras

A frequência de manobras usual é 50 manobras/hora, sendo que, no caso de uma série de comutações extremamente rápidas, por exemplo, uma frequência de 1000 manobras/horas, se faz necessária uma redução da corrente de serviço. É comum que circuitos de aquecimento sejam comutados com os pólos do contator tripolar em paralelo.

Assim, a corrente nominal de serviço em regime AC1 pode ser aumentada como segue:

2 pólos em paralelo, 1,6xIe (AC1) em cada circuito;

3 pólos em paralelo, 2xIe (AC1) em cada circuito.



Nesta aula vimos...

- Para que serve e como aplicar o contator do jeito certo.

Na próxima aula

Vamos entender como funciona o relé térmico. Lembre-se, em caso de dúvidas, entre em contato!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

**5 | E ESSE TAL RELÉ TÉRMICO...
EVITA A QUEIMA DO MOTOR MESMO
OU É SÓ UM GASTO A MAIS?**



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

A partir de agora, você vai descobrir se o relé térmico é realmente necessário, ou configura um gasto a mais para a instalação.

Vamos lá?



Relé de sobrecarga

- Relés de sobrecarga são dispositivos baseados no princípio de dilatação de partes termelétricas (bimetálicos). A operação de um relé está baseada nas diferentes dilatações que os metais apresentam, quando submetidos a uma variação de temperatura.
- Relés de sobrecarga são usados para proteger equipamentos elétricos, como motores e transformadores, de um possível superaquecimento.



SUPERAQUECIMENTO

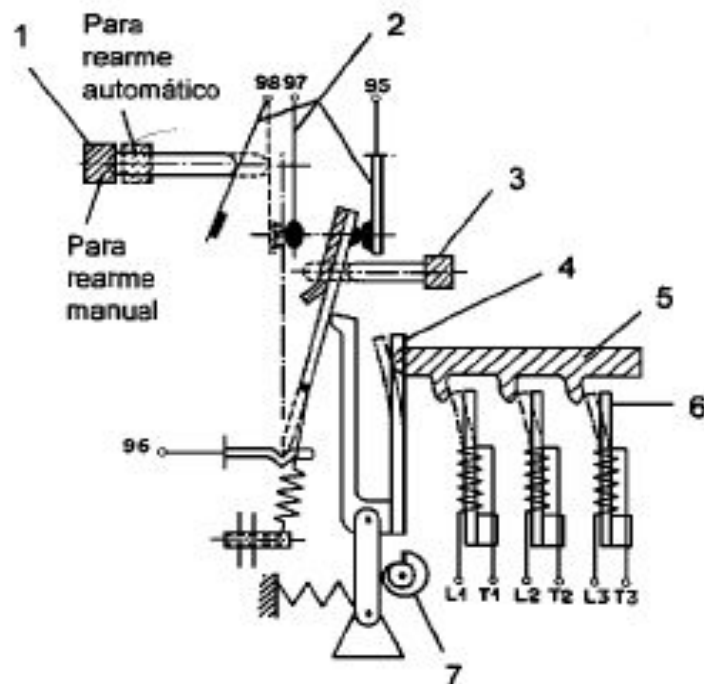
O superaquecimento de um motor pode, por exemplo, ser causado por:

- Sobrecarga mecânica na ponta do eixo;
- Tempo de partida muito alto;
- Rotor bloqueado;
- Falta de uma fase;
- Desvios excessivos de tensão e frequência da rede.

Em todos estes casos citados acima, o incremento de corrente (sobrecorrente) no motor é monitorado em todas as fases pelo relé de sobrecarga.



CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO



- 1 – Botão de Rearme;**
- 2 – Contatos Auxiliares;**
- 3 – Botão de Teste;**
- 4 – Lâmina Bimetálica Auxiliar;**
- 5 – Cursor de Arraste;**
- 6 – Lâmina Bimetálica Principal;**
- 7 – Ajuste de Corrente.**

Na figura 1, está representado esquematicamente um relé térmico de sobrecarga.

Este pode ser dividido em duas partes:

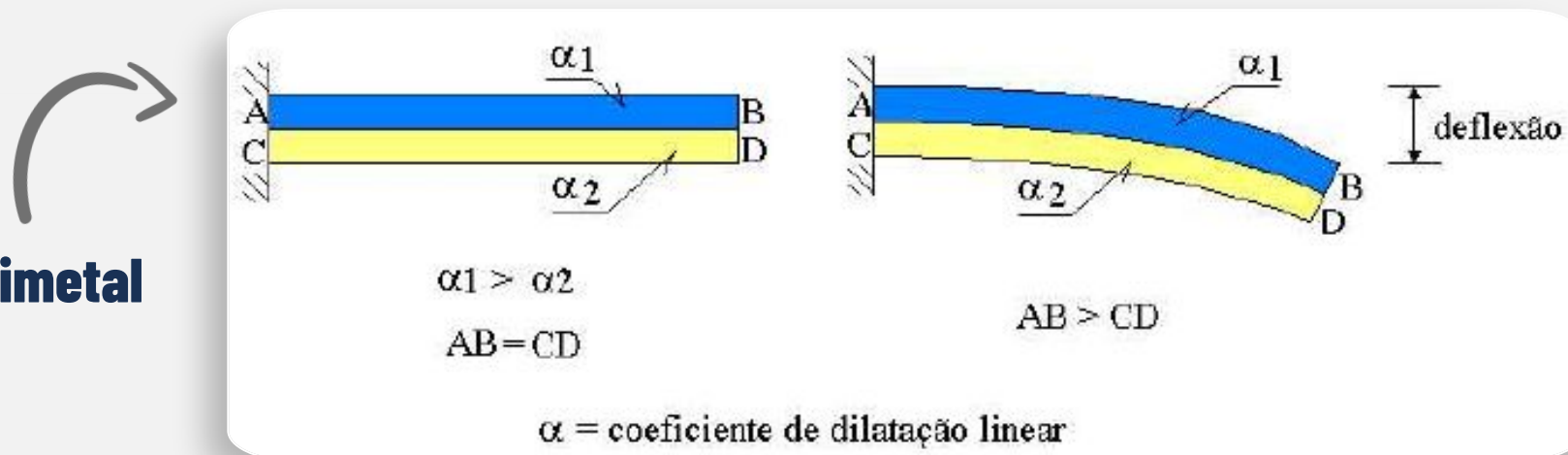
Circuito principal ou de potência:

É composto por uma carcaça de material isolante, três bimetais de aquecimento, alavanca de desarme, terminais de entrada (1L1, 3L2 e 5L3) e terminais de saída (2T1, 4T2 e 6T3).

Circuito auxiliar ou de comando:

Consiste basicamente dos contatos auxiliares (NA e NF) por onde circula a corrente de comando, botão de regulagem, botão de rearme (reset), botão de seleção (manual e automático) e bimetel de compensação da temperatura (dá condições ao relé de operar na faixa de -20°C a 50°C sem modificação da curva de desarme. Com a circulação da corrente nominal do motor (para a qual o relé está regulado), os bimetais curvam-se. Isto porque o bimetel é uma liga de dois materiais com coeficientes de dilatação diferentes: A curvatura do bimetel se dá para o lado do material de menor coeficiente.

Deflexão do bimetel



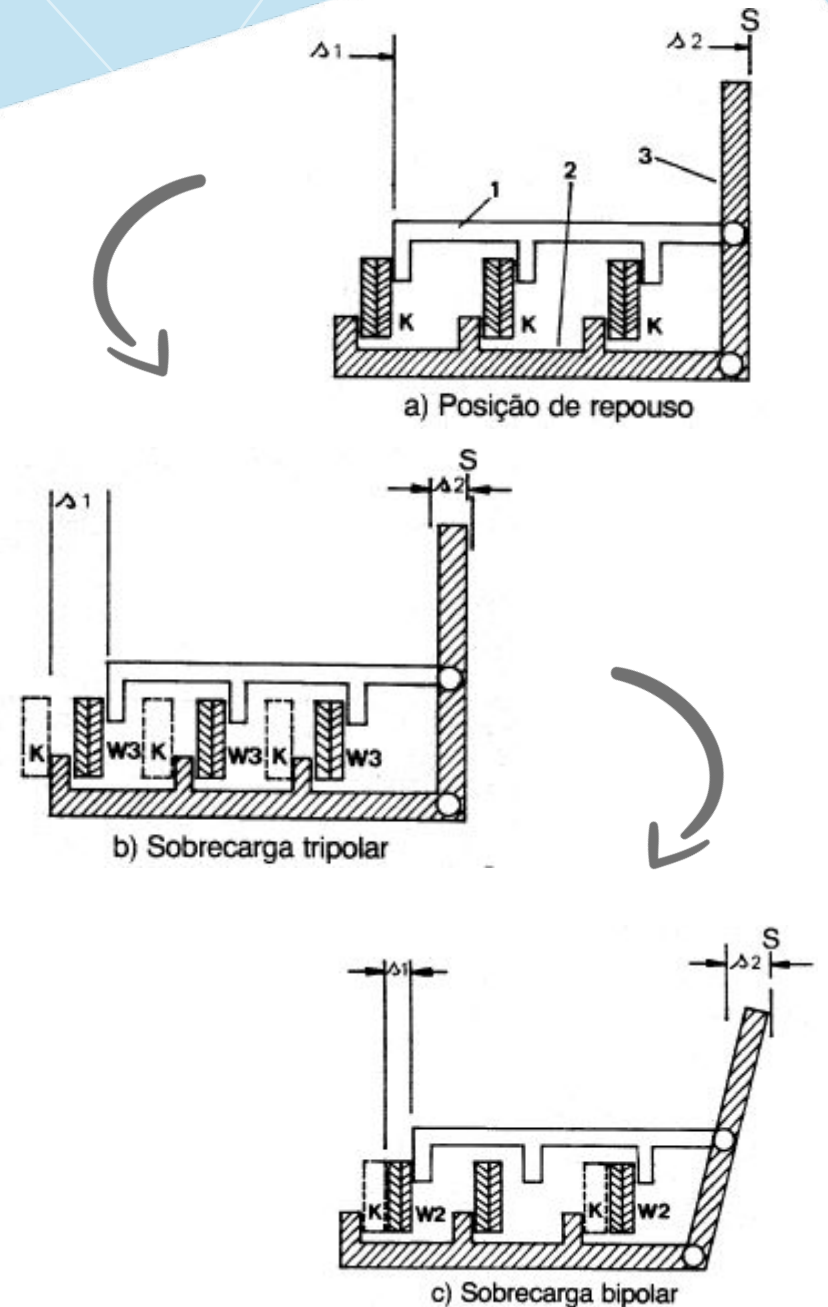
Quando a corrente que está circulando é a **nominal do motor**, a curvatura dos bimetálicos ocorre, mas não é suficiente para o desarme. No caso de uma sobrecarga, **os bimetálicos apresentam uma curvatura maior**. Com isto ocorrerá o deslocamento da alavanca de desarme.

Este deslocamento é transferido ao **circuito auxiliar**, provocando, mecanicamente, o desarme do mesmo. A temperatura ambiente não afeta a atuação do relé, pois o **bimetal de compensação sofrerá o mesmo deslocamento**, mantendo assim a relação inicialmente definida.

O relé permite que seu ponto de atuação, ou seja, a curvatura das lâminas, e o consequente desligamento, possa **ser ajustado com auxílio de um dial**. Isto possibilita ajustar o valor de corrente que provocará a atuação do relé.

DISPOSITIVO MECÂNICO SENSÍVEL CONTRA FALTA DE FASE

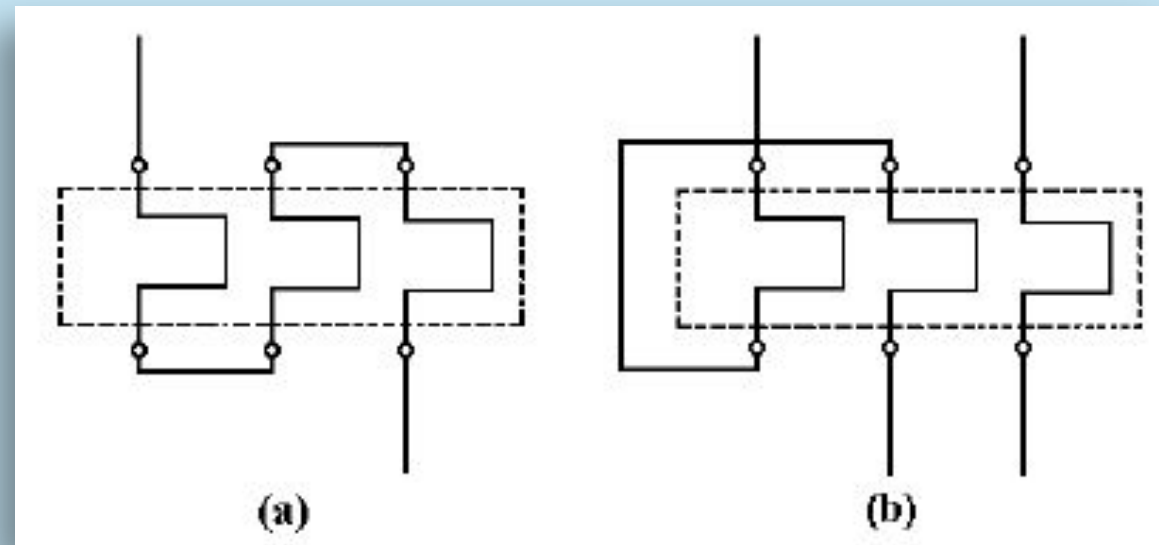
- Sempre que a alavanca 3 chegar na posição “S” haverá o desarme do relé. No caso da sobrecarga tripolar, o deslocamento dos bimetáis é uniforme, empurrando as hastes 1 e 2 que levam a alavanca 3 em deslocamento paralelo ao dos bimetáis. Com isto, ocorre o desarme.
- Já com sobrecarga bipolar, a haste 2 é mantida na posição inicial através do bimetal sem corrente e por meio de uma relação de braço de alavanca, o movimento dos bimetáis sob corrente é transmitido à alavanca 3.
- Esta relação amplia o movimento, desarmando o relé com um menor deslocamento dos bimetáis. Desta forma, para uma mesma corrente, o tempo de desarme do relé é menor para sobrecarga bipolar do que para sobrecarga tripolar.



NÚMERO DE MANOBRAS

A correta proteção de um motor com relé de sobrecarga é garantida para operação contínua ou uma frequência de manobras de até 15man/hora. Após cada manobra, os bimetálicos do relé deverão ter tempo para resfriar, voltando à posição original (repouso).

INSTALAÇÃO DE RELÉS TRIPOLARES PARA SERVIÇO MONO E BIFÁSICO



Neste caso os relés devem ser ligados conforme a figura 5.41, sendo que o relé comporta-se como se estivesse carregado para serviço trifásico.

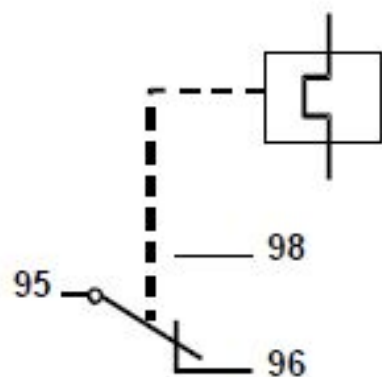


- Os relés de sobrecarga trazem em sua denominação a letra “D” que indica Duplo Contato. A nomenclatura utilizada está de acordo com a IEC 60947, a qual é respeitada para fornecer informações a respeito da função de cada terminal ou sua localização com respeito a outros terminais ou para outras aplicações.
- Nota-se que a posição dos terminais dos contatos auxiliares obedece sequência diferente, dependendo da construção mecânica do relé. No entanto, a numeração de sequência e de função obedecem a norma.

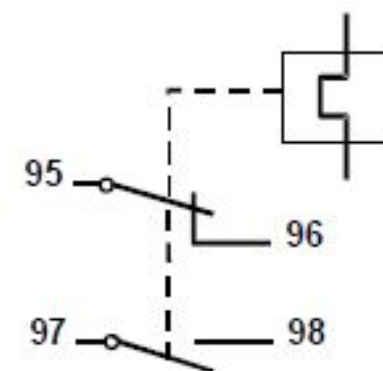
RELÉS DE SOBRECARGA

Os terminais dos circuitos auxiliares de relé devem ser marcados da mesma forma que os de contadores, com funções específicas, conforme exemplos a seguir. O número de sequência deve ser o 9 e, se uma segunda sequência existir, será identificada com o zero.

Características dos relés

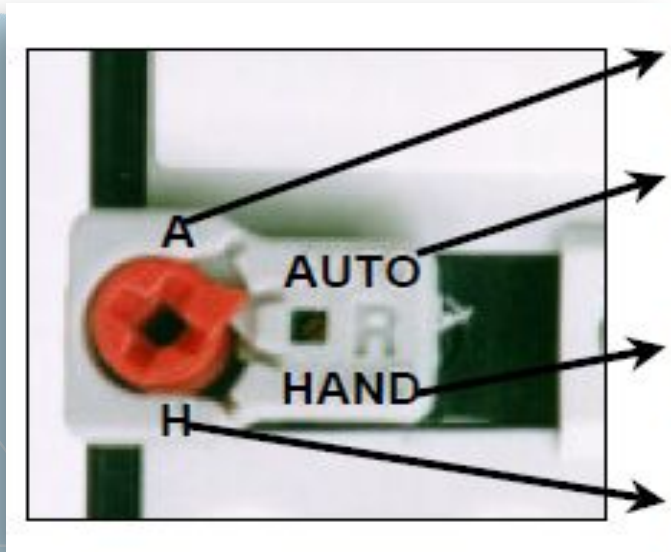


Contato tipo reversor



Duplo contato (1NA+1NF)

TECLA MULTIFUNÇÃO - PROGRAMAÇÃO



A

Somente rearme automático;

AUTO

Rearme automático e possibilidade de teste;

HAND

Rearme manual e possibilidade de teste;

H

Somente rearme manual.



Nesta aula vimos...

- Como funciona e se vale a pena utilizar o relé térmico.

Na próxima aula

Vamos aprender sobre o disjuntor 2 em 1.
Siga em frente!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

6

ESSE DISJUNTOR É 2 EM 1,
FUNCIONA COMO DISJUNTOR E
RELÉ: *DISJUNTOR MOTOR*



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

A partir de agora, vamos entender como funciona o disjuntor 2 em 1 e veremos se ele pode ser usado como disjuntor e relé.

Vamos lá?



Disjuntor-motor

Você já sabe como funcionam o disjuntor termomagnético e o relé térmico?

- Os disjuntores-motores são dispositivos que, além de proteger as instalações elétricas contra curtos-circuitos, protegem o motor contra sobrecargas.
- Os disjuntores-motores são a solução compacta para partida e proteção de motores elétricos até 100A). Possuem alta capacidade de interrupção, permitindo sua utilização mesmo em instalações com elevado nível de corrente de curto-circuito.

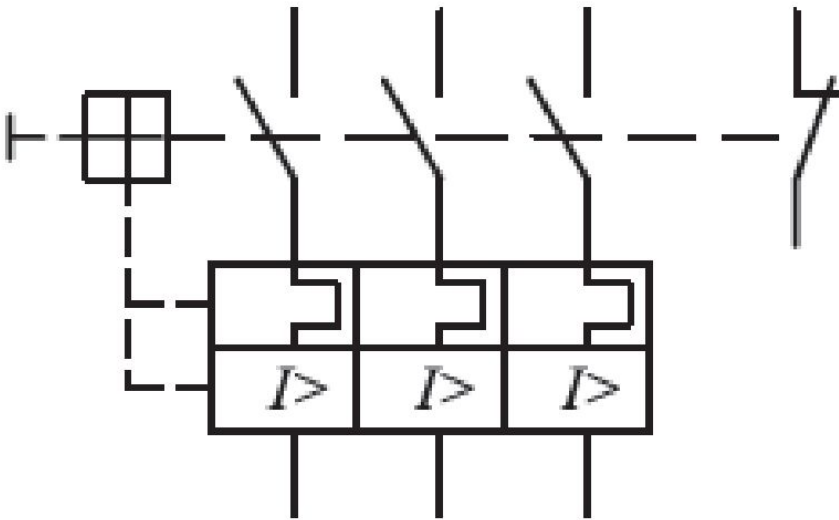


Disjuntor-motor

- Asseguram total proteção ao circuito elétrico e ao motor através de seus disparadores térmico (ajustável para proteção contra sobrecargas e dotado de mecanismo diferencial com sensibilidade a falta de fase) e magnético (calibrado para proteção contra curtos-circuitos).
- Possuem versões com acionamento através de botões ou por acionamento rotativo e indicação de disparo (Trip), permitindo ao operador a visualização do estado do disjuntor. Os disjuntores podem ser bloqueados com cadeado na posição "desligado", garantindo assim a segurança em manutenções.



Eles oferecem uma proteção eficiente, porque incorporam as funções de disjuntor e relé térmico em um mesmo dispositivo. O símbolo do disjuntor-motor é mostrado na figura abaixo:

Simbologia	Norma
	IEC 60617-7



DISJUNTOR-MOTOR

**Proteção do circuito
elétrico**



**Proteção do circuito
elétrico**

- Partida direta de motores trifásicos
- Proteção de curto curto-circuito incorporada no conjunto de partida
- Partida compacta com 1 componente
- Operação local/manual
- Motores de 0,12 a 15cv, 380/440V

Componente: Disjuntor-motor termomagnético



Características:

- Proteção contra curto-circuito e seccionamento com possibilidade de bloqueio mecânico por circuito individual de motores;
- Partida e proteção de motores;
- Disparador térmico ajustável para proteção contra sobrecargas e dotado de mecanismo diferencial com sensibilidade a faltas de fase, incorporado no disjuntor-motor;
- Operação local/manual através de manopla rotativa.

- Partida direta de motores trifásicos
- Proteção de curto-circuito incorporada no conjunto de partida
- Partida compacta com 2 componentes
- Operação automática/remota
- Motores de 0,12 a 15cv, 380/440V

Componente: Disjuntor-motor termomagnético. Contatores.



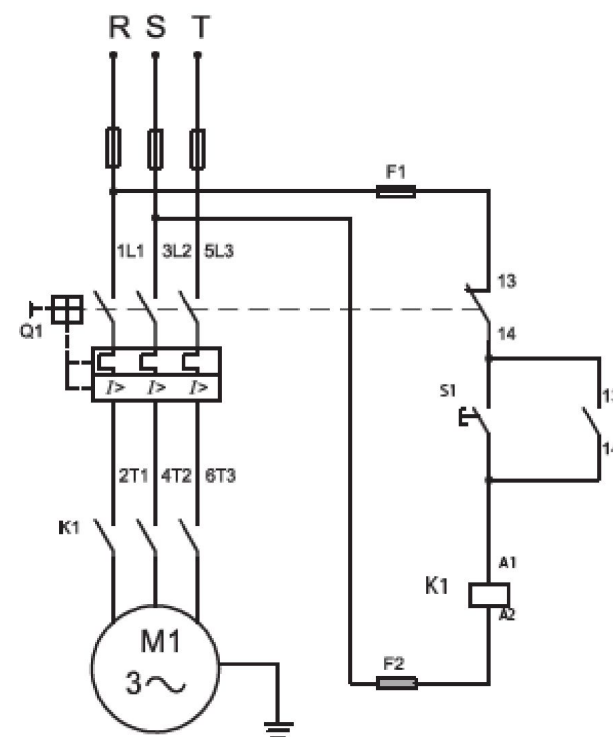
Características:

- Proteção contra curto-circuito e seccionamento com possibilidade de bloqueio mecânico por circuito individual de motores;
- Partida e proteção de motores;
- Disparador térmico ajustável para proteção contra sobrecargas e dotado de mecanismo diferencial com sensibilidade a faltas de fase, incorporado no disjuntor-motor;
- Operação automática/remota através do contator

Como o disjuntor-motor exerce a função de relé térmico, possui dispositivo para regulação de corrente. **Você deve verificar a corrente nominal indicada na placa de identificação do motor e regular o mesmo valor de corrente no disjuntor motor.**

Apesar de o disjuntor-motor ser tripolar, você também poderá instalá-lo em motores monofásicos, interligando dois pólos do disjuntor-motor em série com um terminal do motor, conectando o último pólo diretamente ao outro terminal do motor.

Veja, na figura, o diagrama de instalação do disjuntor-motor em motores instalados em redes monofásicas e bifásicas.





Nesta aula vimos...

- Como funciona o disjuntor 2 em 1.

Na próxima aula

Vamos entender melhor sobre o funcionamento e aplicação dos motores elétricos.



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

7 | MOTORES ELÉTRICOS: COMO DIMENSIONAR CONFORME CADA APLICAÇÃO



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Com esta aula você saberá o jeito certo de dimensionar motores elétricos de acordo com cada aplicação.

Preparado?



Existe uma variedade muito grande de motores elétricos, alguns exemplos:

- Motores de corrente contínua (CC).
- Motores de passo.
- Servomotores.
- Motores de corrente alternada.

Dos motores de corrente alternada o mais comumente utilizado é o **motor assíncrono ou motor de indução**, sendo assim esse tipo de motor será o único abordado neste estudo.



PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

Todos os motores possuem uma placa de identificação que contém as características nominais da máquina.

Os motores são fabricados em conformidade com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Vamos interpretar a placa de identificação de um motor a partir da figura ao lado:

Exemplo de uma placa de identificação de motor



FREQUÊNCIA

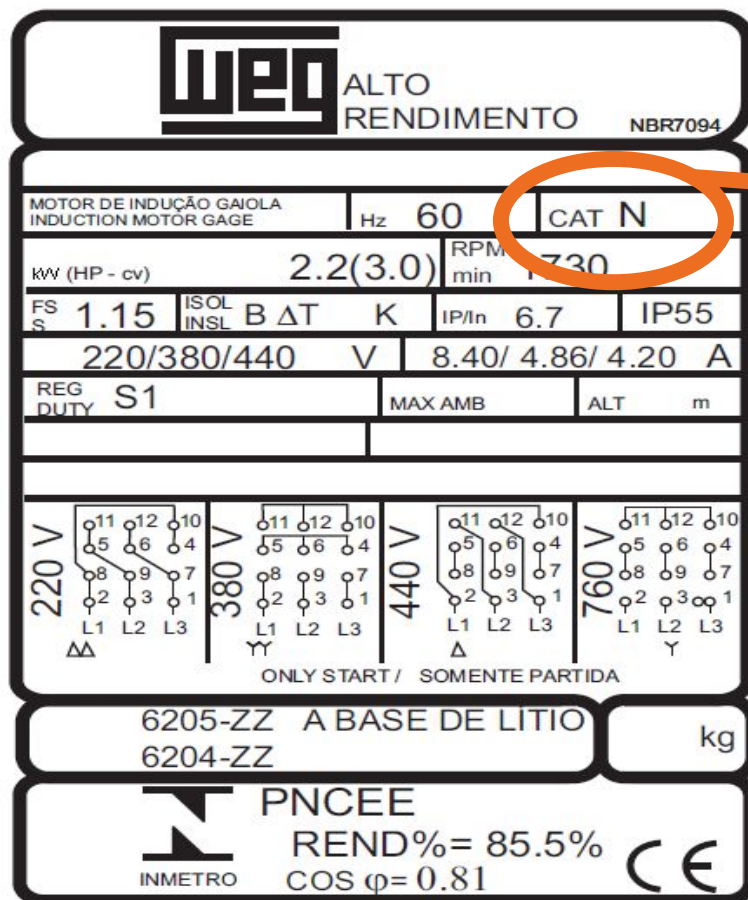
É a frequência de alimentação do motor em Hertz (Hz).

A frequência da rede no Brasil é 60 Hz, mas nos outros países da América do Sul é 50 Hz.

Exemplo de uma placa de identificação de motor



Exemplo de uma placa de identificação de motor



CAT – Categoria:

É a classificação do motor segundo a NBR 7094 da ABNT, conforme suas características de conjugado em relação à velocidade e à corrente de partida. As categorias são:

N:

Conjugado de partida normal, corrente de partida normal e baixo escorregamento. É utilizado para acionamento de cargas normais com baixo conjugado de partida como bombas, máquinas operatrizes, etc.

Exemplo de uma placa de identificação de motor



CAT - Categoria:

H:

Conjugado de partida alto, corrente de partida normal e baixo escorregamento. Utilizado para cargas que possuem um mais conjugado de partida como transportadores carregados, moinhos, etc.

D:

Conjugado de partida alto, corrente de partida normal e alto escorregamento. Utilizado em prensas e máquinas semelhantes em que a carga apresenta picos periódicos e em elevadores onde a carga necessita de alto conjugado de partida.

POTÊNCIA

É o valor nominal da potência ativa do motor em cv, hp e kW.

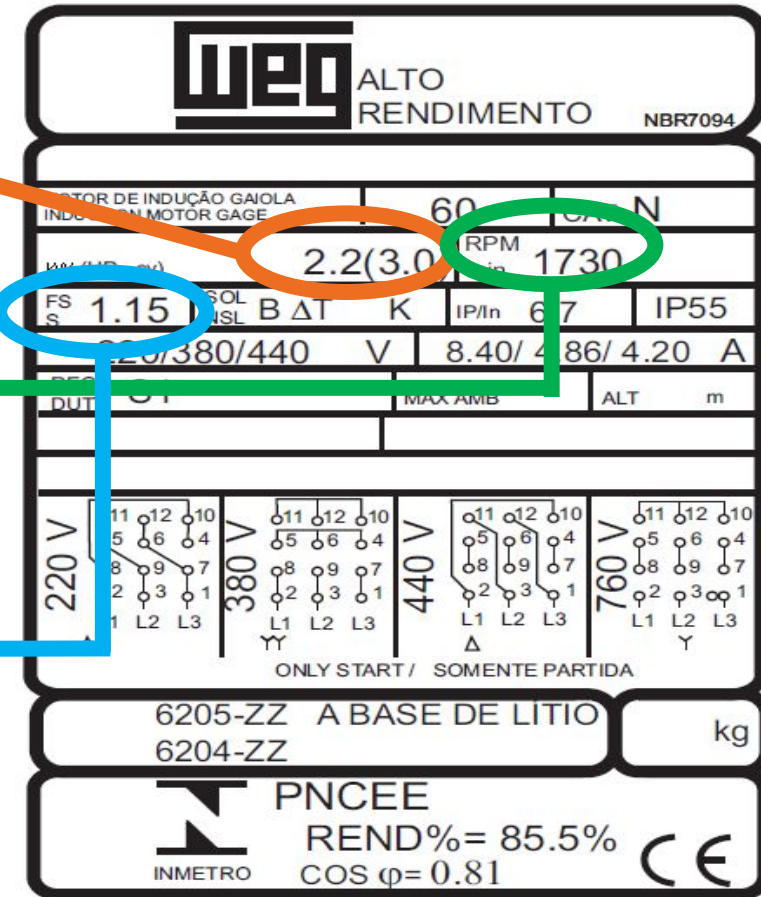
VELOCIDADE – ROTAÇÃO

É a velocidade ou rotação síncrona do motor em rotações por minuto (rpm).

F.S – FATOR DE SERVIÇO

É o fator de sobrecarga que o motor suporta em regime contínuo, uma reserva de potência caso seja necessário em função de instabilidades da carga. As instalações e comandos devem estar preparados para essa sobrecarga contínua.

Exemplo de uma placa de identificação de motor



Exemplo de uma placa de identificação de motor



ISOL – CLASSE DE ISOLAMENTO:

Limite máximo de temperatura que o enrolamento do motor pode trabalhar em regime contínuo sem que haja redução de sua vida útil.

As classes são A 105 °C, E 120 °C, B 130 °C, F 150 °C, H 180 °C.

IP/IN – CORRENTE DE PARTIDA SOBRE CORRENTE NOMINAL

Nos dá a corrente de partida ou corrente de rotor bloqueado, esse valor é quantas vezes a corrente de partida é maior que a corrente nominal.

Exemplo de uma placa de identificação de motor

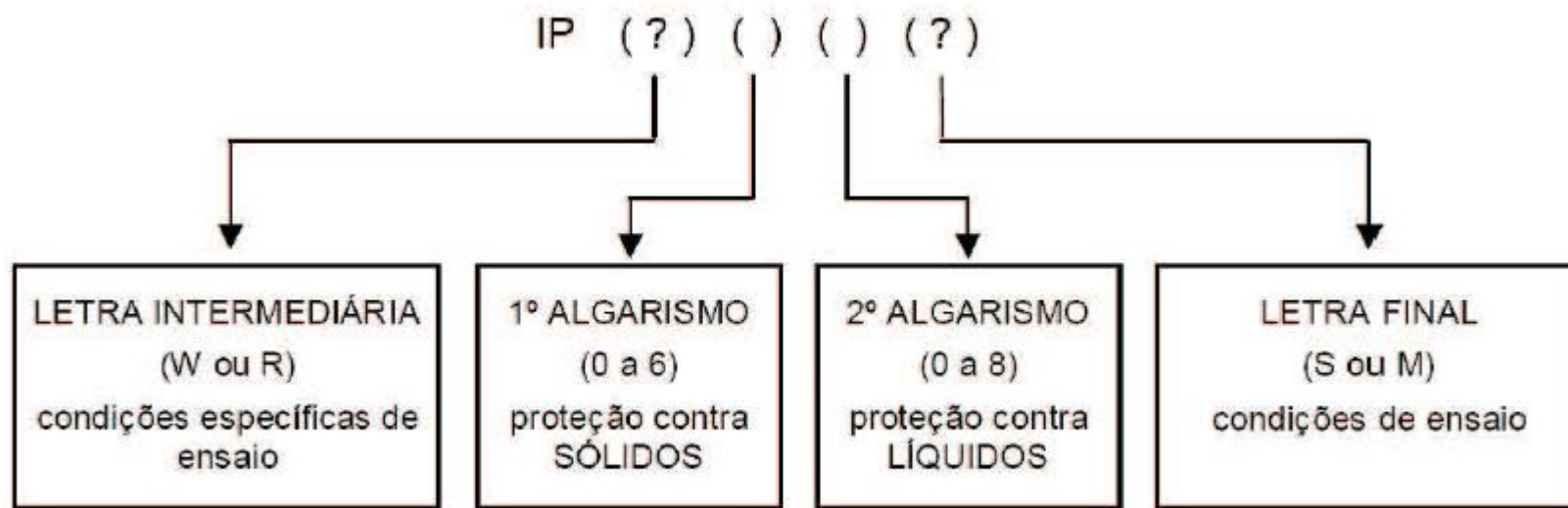


IP – Grau de proteção:

Indica o quanto o motor está protegido contra as agressividades do ambiente.

A norma brasileira **ABNT NBR 6146** com vários graus de proteção conforme abaixo:

Nomenclatura do grau de proteção.



SIGNIFICADO DAS LETRAS

W Máquinas a prova do tempo, Aplicação naval.

S A máquina deve resistir ao ensaio de penetração de água em condições estáticas.

R Ventilação forçada através de dutos.

M Idêntica à S só que em funcionamento.

Algarismos de definição do grau de proteção.

1º Algarismo	2º Algarismo
0 — máquina aberta	0 — máquina aberta
1 — sólidos $\geq 50 \text{ mm}$	1 — pingos verticais
2 — sólidos $\geq 12 \text{ mm}$	2 — pingos de 15°
3 — sólidos $\geq 2,5 \text{ mm}$	3 — pingos de 60°
4 — sólidos $\geq 1,0 \text{ mm}$	4 — pingos/respingos de qualquer direção
5 — proteção contra pó	5 — jatos d'água moderados
6 — blindagem contra pó	6 — jatos d'água potentes
	7 — sujeito à imersão
	8 — sujeito à submersão

TENSÕES NOMINAIS

É o valor nominal da potência ativa do motor em cv, hp e kW.

CORRENTES NOMINAIS

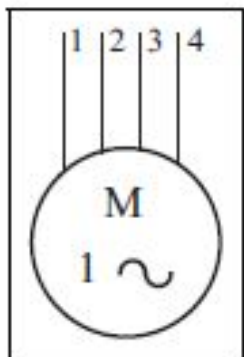
São as correntes nominais em Amperes (A) para cada tensão de alimentação do motor.

REG.S. - REGIME

Grau de regularidade da carga segunda a norma brasileira ABNT NBR 7094.

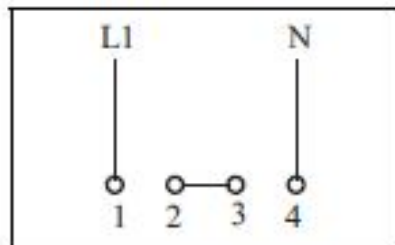
Exemplo de uma placa de identificação de motor

weg		ALTO RENDIMENTO		NBR7094	
MOTOR DE INDUÇÃO GAIOLA INDUCTION MOTOR GAGE		Hz	60	CAT	N
kW (HP - cv)		2.2(3.0)		RPM min	1730
1.15		ISOL	DELTA	K	IP/In
220/380/440 V		8.40/		86/ 4.20 A	
REG DUTY S1		MAX AMB		ALT m	
220 V		380 V		440 V	
760 V		ONLY START /		SOMENTE PARTIDA	
6205-ZZ		A BASE DE LITIO		kg	
6204-ZZ					
INMETRO		PNCEE		REND%= 85.5%	
				COS φ= 0.81	
				CE	

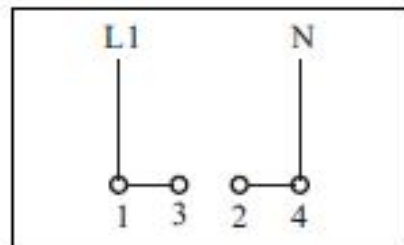


(a)

Motor monofásico de 4 terminais



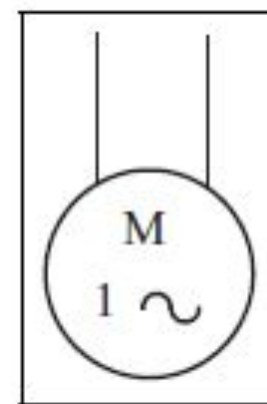
(b) Tensão maior



(c) Tensão menor

Os motores CA monofásicos são largamente utilizados em aplicações domésticas (Ventiladores, compressores, bombas d'água, etc).

De forma geral não é recomendada a utilização de motores monofásicos maiores que 3 cv, pois há risco de desbalanceamento de fases do sistema trifásico.



Motor monofásico de 2 terminais.

Desvantagens do motor **monofásico** em relação ao **trifásico**

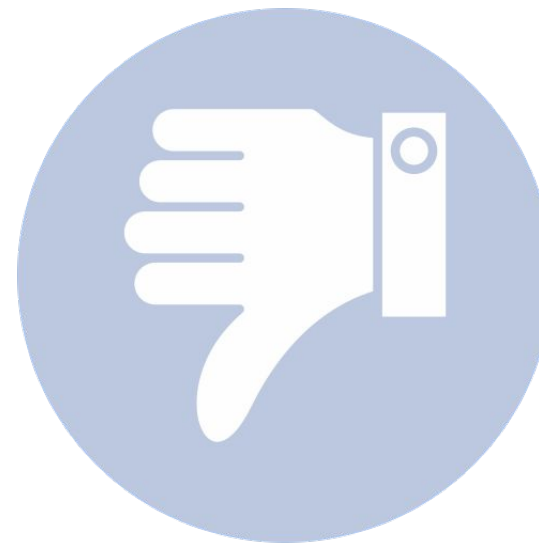
1 - Preço maior que um motor trifásico de mesma potência.

2 - Necessita de maiores cuidados de manutenção. motor trifásico de mesma potência.

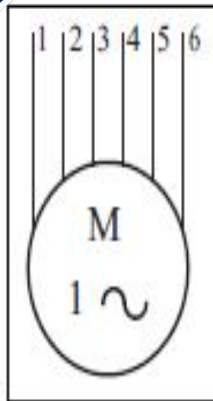
3 - Tamanho aumentado para mesma potência. trifásico de mesma potência.

4 - Rendimento e fator de potência, menores.

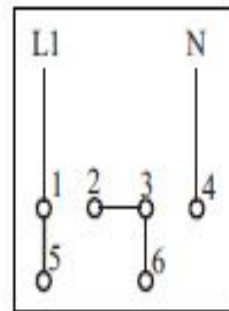
5 - Inversão de velocidade complexo



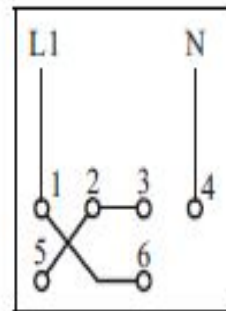
Motor monofásico de 6 terminais



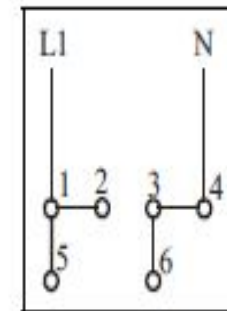
(a)



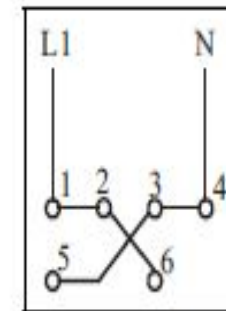
(b) Tensão Maior
Rot. normal



(c) Tensão Maior
Rot. invertida



(d) Tensão Menor
Rot. normal



(e) Tensão Menor
Rot. invertida

MOTORES ASSÍNCRONOS TRIFÁSICOS

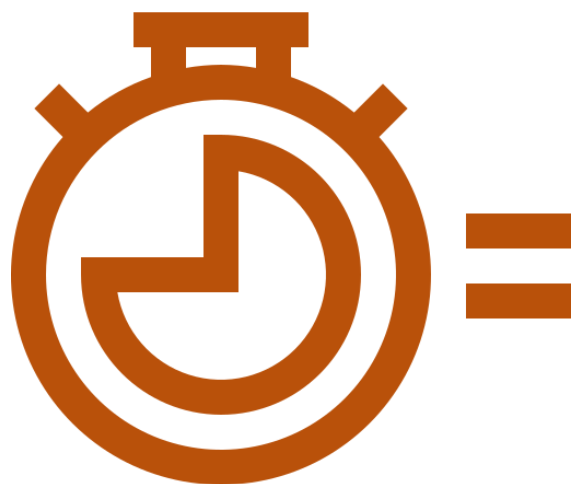
Os **motores assíncronos trifásicos** são os mais largamente utilizados em conjunto com comandos elétricos e eletrônicos, pois são baratos, robustos, seu sentido de rotação pode ser invertido facilmente e sua velocidade pode ser variada facilmente.

Não causam desequilíbrio no sistema e atingem potências muito elevadas. Os motores assíncronos são mais conhecidos como **motores de indução** e há dois tipos de motores, o mais comum é o rotor tipo gaiola de esquilo ou somente motor de gaiola, o segundo é o tipo rotor bobinado.

Não vamos nos atentar para o motor de rotor bobinado, o motor de gaiola Dahlander, nem os motores de gaiola com mais enrolamentos, pois esses tipos de motores foram criados para possibilitar a variação de velocidade em regime, com o advento e a modernização dos Inversores de frequência **eles caíram em desuso**, portanto vamos nos atentar no motor de gaiola com um enrolamento apenas.



NÚMERO DE ROTAÇÕES POR MINUTO



O número de rotações por minuto de motores assíncronos monofásicos e trifásicos dependem de três parâmetros:

- 1:** Frequência da rede.
- 2:** Número de pólos magnéticos do motor.
- 3:** Escorregamento.

A frequência da rede é 60 Hz, com pequena variação (o permitido por norma é de +- 3 Hz). O número de pólos é determinado pelo tipo de enrolamento e o fechamento das bobinas internas.

Para encontrarmos a quantidade de polos, basta usar a seguinte equação

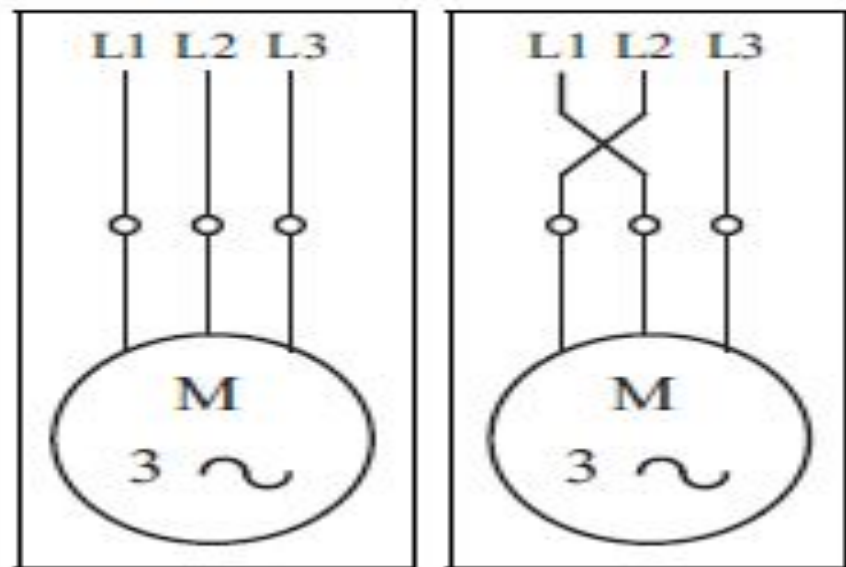
$$P = 120 \cdot f / n$$

O escorregamento está relacionado com o campo magnético girante dentro do motor. Podemos então determinar a rotação do motor utilizando a equação abaixo:

$$n = 120 \cdot f / p$$

n = Número de rotações em rpm.
F = frequência da rede em Hz.
P = número de pólos do motor.

SENTIDO DE ROTAÇÃO



(a) normal

(b) invertido

Inversão do sentido de rotação do motor trifásico.

A inversão do sentido de rotação dos motores trifásicos pode ser facilmente obtida, para tanto basta inverter a sequência das fases de alimentação, conforme é mostrado na figura ao lado.



Nesta aula vimos...

- Como dimensionar os motores elétricos de acordo com cada aplicação.

Na próxima aula

Vamos entender sobre o fechamento do motor de indução trifásico. Siga em frente!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

8 | FECHAMENTO DO MOTOR TRIFÁSICO



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Com esta aula você saberá o jeito certo de dimensionar motores elétricos de acordo com cada aplicação.

Preparado!



Dentre os tipos de motores elétricos disponíveis no mercado, um que se destaca é o motor de 12 terminais.

Esse tipo de motor faz com que possamos alimentá-lo com até 4 níveis diferentes de tensão. Vejo o exemplo:



Os doze terminais de interligação

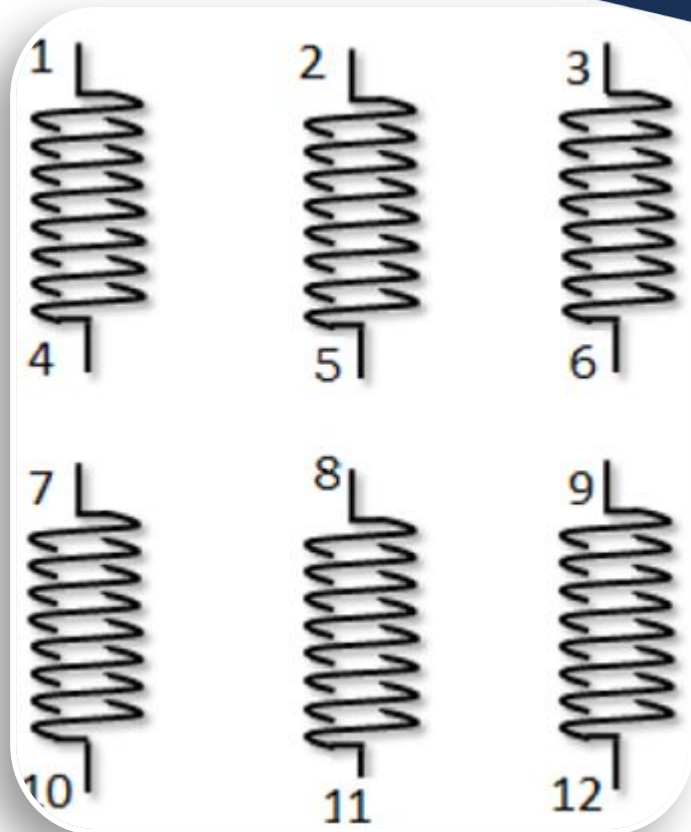
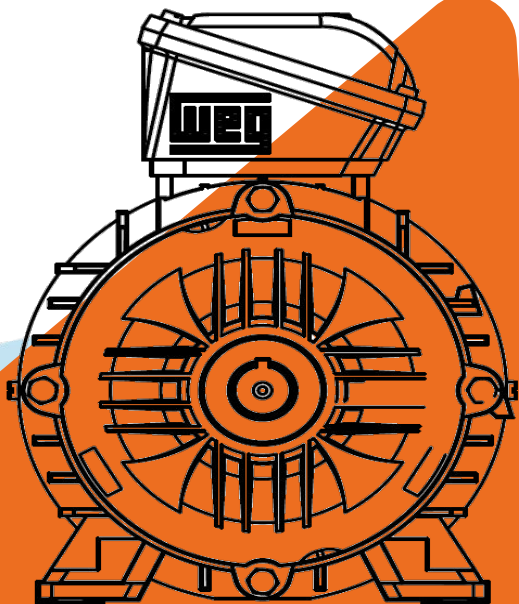


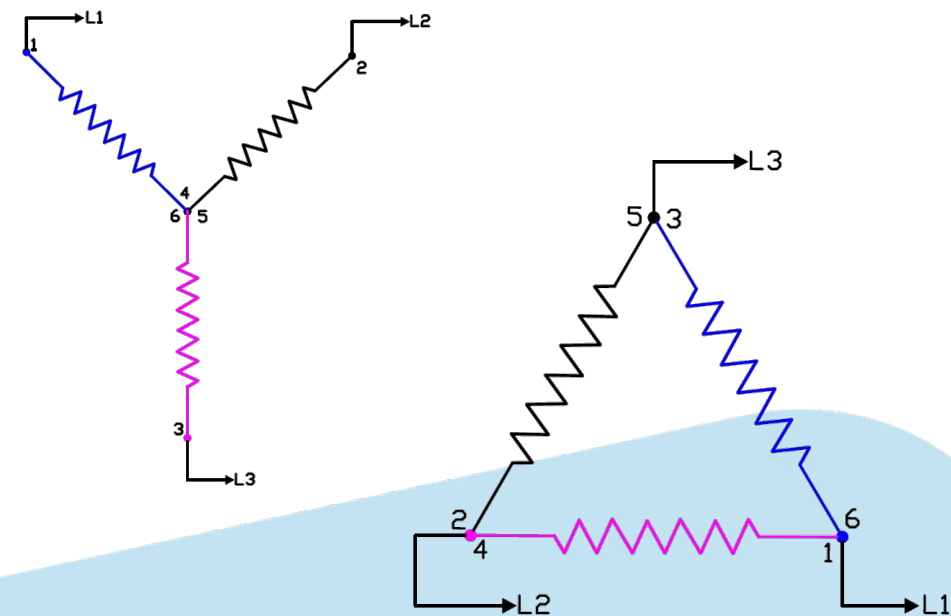
Diagrama de motor de 12 terminais.

Referem-se a seis conjuntos de bobinas que constituem o motor elétrico.

Para cada nível de tensão requerido teremos uma forma de realizar o fechamento de suas bobinas. São basicamente quatro tipos de fechamento. São eles:



- **Triângulo Paralelo (220V)**
- **Estrela Paralela (380V)**
- **Triângulo Série (440V)**
- **Estrela Série (760V)**

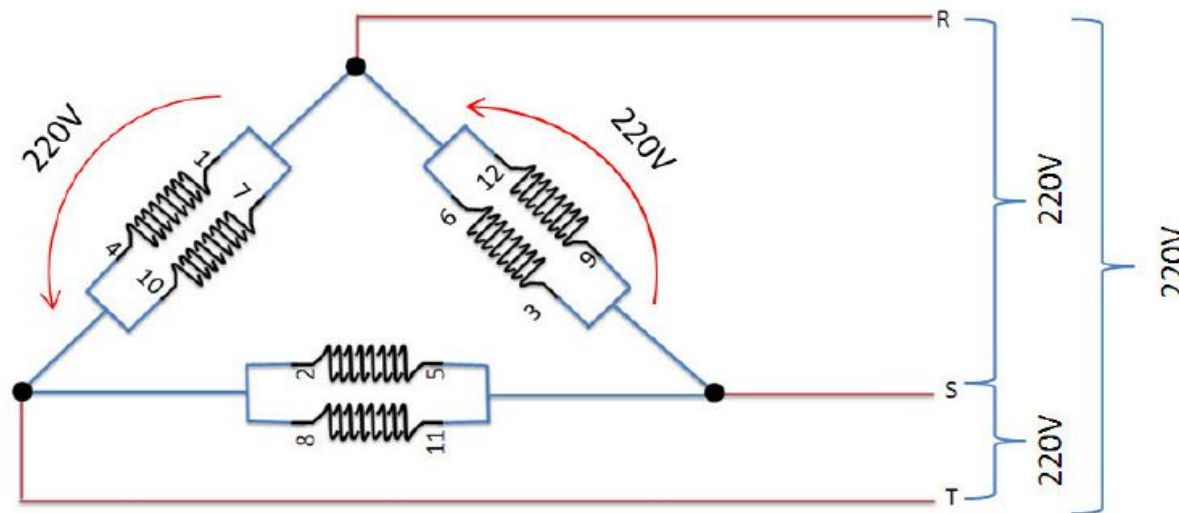


Fechamento triângulo paralelo

Este tipo de fechamento fará com que seja possível a conexão motor na menor tensão suportada por ele, para nós, 220V.

Partindo do pressuposto que independente da tensão de alimentação, o motor de 12 pontas sempre receberá em seus enrolamentos **o mesmo nível de tensão em cada bobina de 220V**, temos a seguir o esquema de um fechamento para a tensão de 220V que, por sinal, é a menor tensão que este motor suporta.

Fechamento do motor de 12 terminais para 220V.

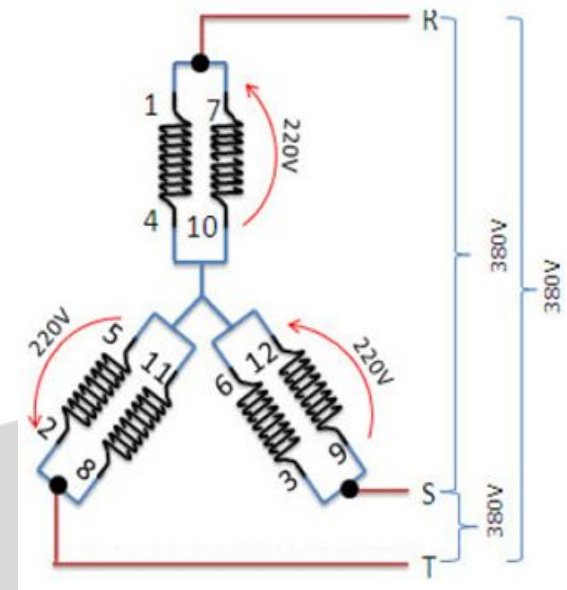


Tendo em vista que este fechamento assemelha-se com um circuito paralelo, o fechamento triângulo paralelo ao ser conectado a rede de alimentação de 220V para que cada uma de suas bobinas receba os mesmos 220V da rede elétrica.

Fechamento estrela paralela

Neste fechamento temos a disposição das bobinas do motor a fim de alimentá-lo com uma tensão de 380V.

Por se tratar do mesmo motor, **temos que levar em consideração que cada bobina no motor elétrico trifásico receberá um nível de tensão de 220V**, desta maneira vamos realizar o fechamento considerando as características de Tensão de Fase e Tensão de Linha aplicado aos seus enrolamentos, conforme a figura.



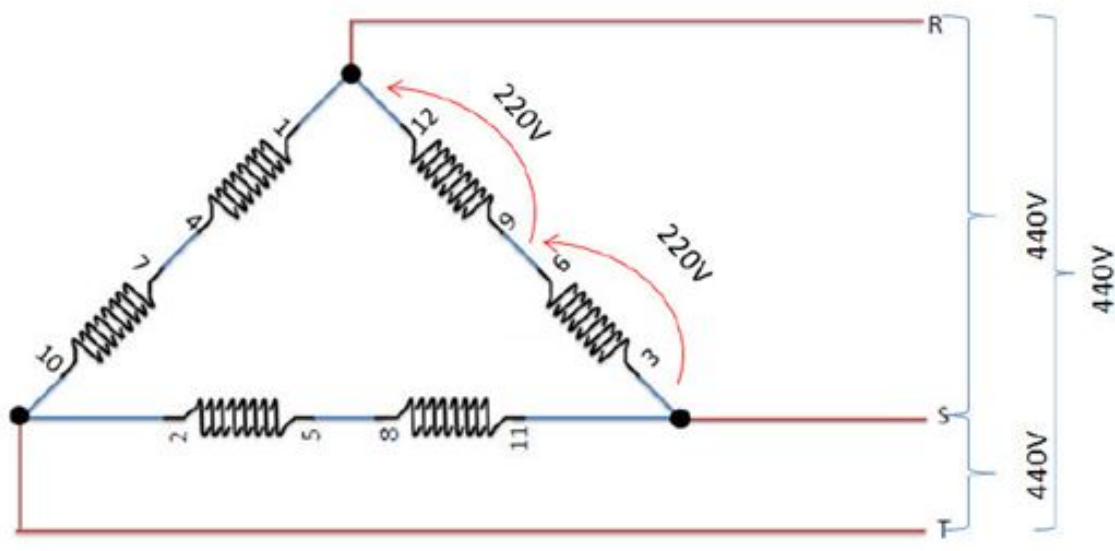
Fechamento do motor de 12 terminais para 380V

Com a tensão de linha de 380V representadas em R, S e T, temos respectivamente as tensões de fase de 220V em cada uma das bobinas, sendo que:

$$V_f = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \rightarrow V_f = \frac{380}{\sqrt{3}} \rightarrow V_f = 220 \text{ V}$$

Fechamento triângulo série

Quando a necessidade é **interligar o motor a uma tensão de 440V**, realizamos o fechamento triângulo em série. Levando em consideração as características apresentadas anteriormente, permitiremos através deste fechamento que cada um dos enrolamentos receba o mesmo nível de tensão dos fechamentos estrela paralela e triângulo paralela, ou seja, 220V. Veja o diagrama:

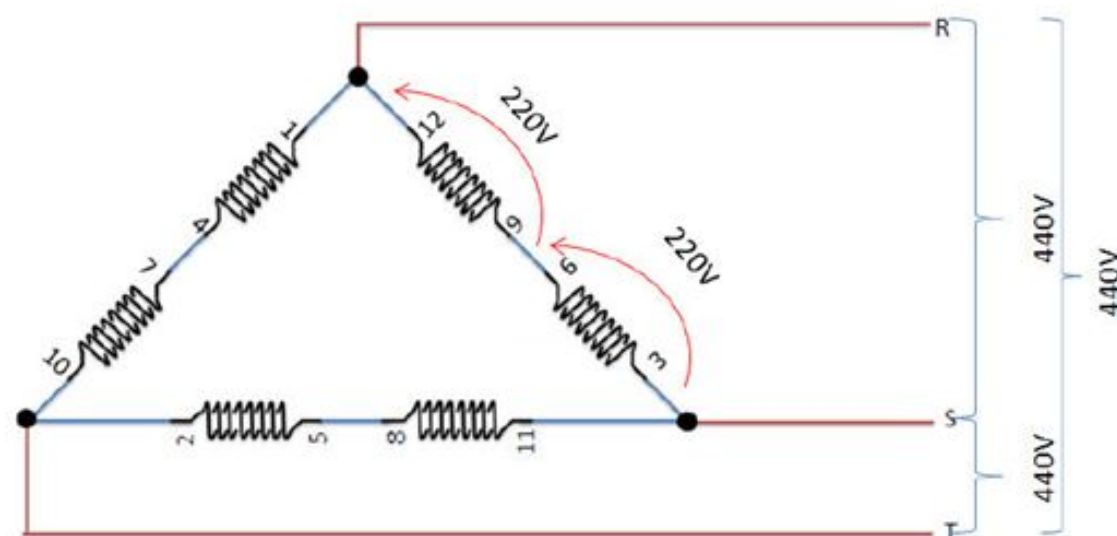


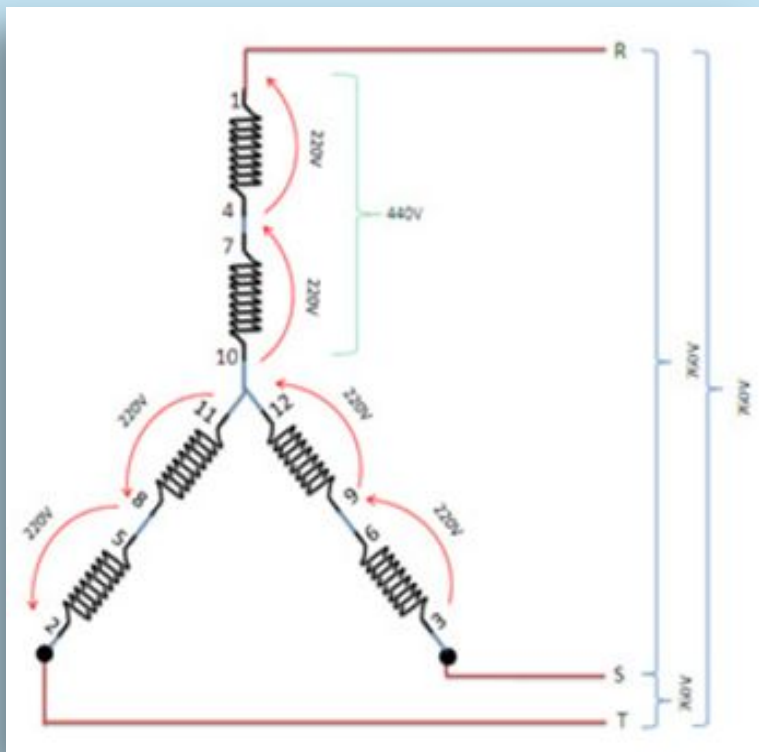
Fechamento do motor de 12 terminais para 440V



FECHAMENTO TRIÂNGULO SÉRIE

Neste tipo de fechamento, o motor será configurado a fim de receber a tensão de 440V, observe que, teoricamente a tensão de fase seria de 440V mas o fato de associarmos os enrolamentos em série permite que esta tensão seja dividida entre os dois enrolamentos fazendo com que cada um receba 220V.





Fechamento do motor de 12 terminais para 760

FECHAMENTO ESTRELA SÉRIE

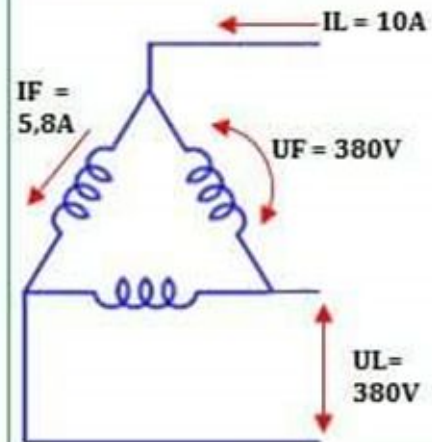
Quando há necessidade de interligar o motor de 12 pontas em um nível elevado de tensão, fazemos o uso do fechamento estrela série para o motor de 12 pontas. Levando em consideração as características apresentadas anteriormente, permitiremos através deste fechamento que cada um dos enrolamentos receba o mesmo nível de tensão dos fechamentos estrela paralelo e triângulo paralelo, ou seja, 220V. **Desta forma, a figura ao lado apresenta a ligação do motor de 12 terminais em 760V.**

Observe que os conjuntos de bobinas são associados em série a fim de garantir a distribuição da tensão de fase de forma proporcional a cada uma. Sendo a tensão de Linha (Alimentação) de 760V podemos deduzir que a tensão de fase será de 440V.

$$V_f = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \rightarrow V_f = \frac{760}{\sqrt{3}} \rightarrow V_f = 440 \text{ V}$$

Esses 440V dividem-se entre os dois conjuntos de enrolamentos e cada um receberá respectivamente 220V como podemos observar na ilustração acima.

Sistemas Estrela/Triângulo - Tensões e Correntes Kurt M. 17



Ligação Triângulo

($U_L = U_F$)

I_F = Corrente de Fase

$$I_F = I_L \times 0,58$$

$$I_F = 10 \times 0,58 = 5,8A$$

OU:

$$I_F = I_L / 1,73$$

$$I_F = 10 / 1,73 = 5,8A$$

I_L = Corrente de Linha

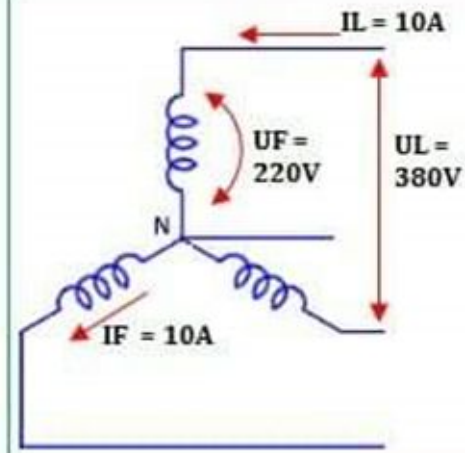
$$I_L = I_F / 0,58$$

$$I_L = 5,8 / 0,58 = 10A$$

OU:

$$I_L = I_F \times 1,73$$

$$I_L = 5,8 \times 1,73 = 10A$$



Ligação Estrela

($I_L = I_F$)

U_F = Tensão de Fase

$$U_F = U_L \times 0,58$$

$$U_F = 380 \times 0,58 = 220V$$

OU:

$$U_F = U_L / 1,73$$

$$U_F = 380 / 1,73 = 220V$$

U_L = Tensão de Linha

$$U_L = U_F / 0,58$$

$$U_L = 220 / 0,58 = 380V$$

OU:

$$U_L = U_F \times 1,73$$

$$U_L = 220 \times 1,73 = 380V$$



Nesta aula vimos...

- Como fazer o fechamento do motor trifásico.

Na próxima aula

Vamos aprender mais sobre o relé temporizador. Você entenderá em detalhes o que ele é e como ele funciona. Bons estudos!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

9

**RELÉ TEMPORIZADOR: O QUE É,
PARA QUE SERVE E COMO
CONFIGURÁ-LO**



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Esta aula irá te mostrar o que é o relé temporizador e você poderá aprender para que ele serve e o jeito certo de configurá-lo.

Bons estudos!



Relés temporizadores

- Os Relés temporizadores são **dispositivos eletrônicos** que permitem, em função de tempos ajustados, comutar um sinal de saída de acordo com a sua função.
- Muito utilizados em **automação de máquinas** e **processos industriais** como partidas de motores, quadros de comando, fornos industriais, injetoras, entre outros.
- Possui **eletrônica digital** que proporciona elevada precisão, repetibilidade e imunidade a ruídos.
- Projetado de acordo com normas internacionais, o **RTW** da WEG constitui uma **solução compacta e segura**, em caixas com 22,5 mm de largura para montagem em trilho DIN 35 mm, nas configurações com 1 ou 2 saídas NA NF e alimentado em 24V 50/60Hz, 48V 50/60Hz, 110- 130V 50/60Hz, 220-240V 50/60Hz ou 24Vcc.
- Com **7 faixas de temporização**, o RTW pode ser ajustado de 0,1 segundos a 30 minutos com **elevada confiabilidade e precisão**.





Oferecida nas seguintes funções de temporização:

- RTW- RE » Retardo na Energização;
- RTW- PE » Pulso na Energização;
- RTW- CI » Cíclico;
- RTW- RD » Retardo na Desenergização;
- RTW- RDI » Retardo na Desenergização sem comando;
- RTW- ET » Estrela-Triângulo;
- RTW- CIL » Cíclico 1 ajuste Ligado;
- RTW- CID » Cíclico 1 ajuste Desligado;
- RTW- CIR » Cíclico 2 ajustes Ligado.

RTW - _ _ .01 - U030S E05

Relé Temporizador

Tensão de Alimentação:
Conforme tabela abaixo

Tipo

RE - Retardo na Energização.
PE - Pulso na Energização
CI - Cíclico 2 ajustes início Ligado
CIR - Cíclico 2 ajustes início Desligado
CIL - Cíclico 1 ajustes início Ligado
CID - Cíclico 1 ajustes início Desligado
RD - Retardo na Desenergização
RDI - Retardo na Desenergização
sem comando
ET - Estrela-Triângulo

Número de Contatos de Saída
01 - 1 Contato de Saída
02 - 2 Contatos de Saída

Seleção da Temporização

U001S - 0.1 a 1 segundos
U003S - 0.3 a 3 segundos
U010S - 1 a 10 segundos
U030S - 3 a 30 segundos
U060S - 6 a 60 segundos
U100S - 10 a 100 segundos
U300S - 30 a 300 segundos



Conheça os tipos de relés temporizadores!

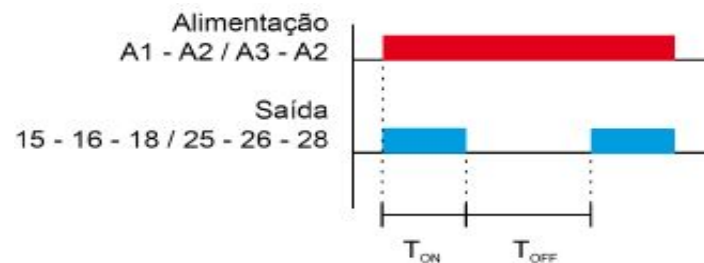
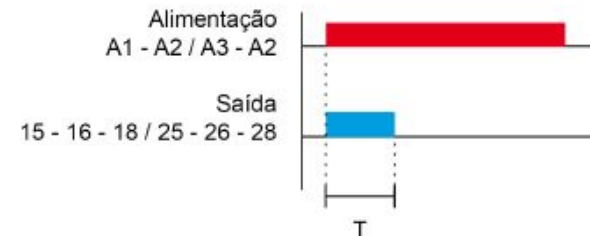
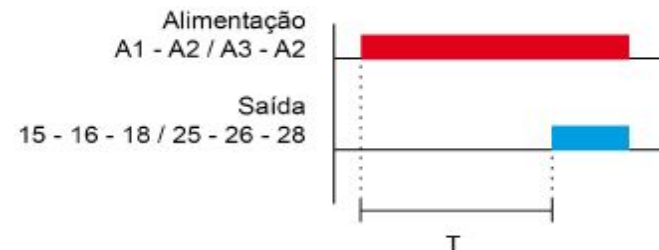
Modo de Operação

(Retardo na Energização) Após a energização do Relé inicia-se a contagem do tempo (**T**) ajustado no dial. Decorrido este período ocorrerá a comutação dos contatos de saída, os quais permanecem neste estado até que a alimentação seja interrompida.

(Pulso na Energização) Após a energização do Relé, os contatos de saída são comutados instantaneamente e permanecem acionados durante o período (**T**) ajustado no dial.

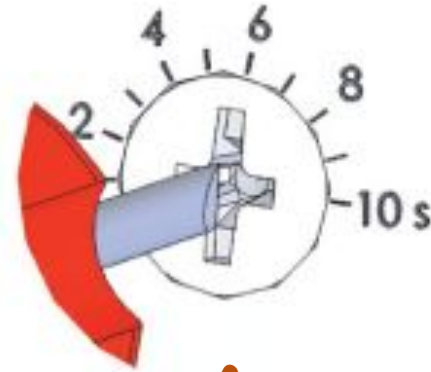
(Cíclico) Após a energização do relé, os contatos de saída são acionados e desacionados ciclicamente. O dial superior determina o tempo (**TON**) em que os contatos permanecem acionados, enquanto que o dial inferior determina o tempo (**TOFF**) em que os contatos permanecem desacionados.

Diagrama Temporal



Ajuste da temporização do relé

A temporização desejada deve ser ajustada através de seu **DIAL** de ajuste frontal, cuja escala apresenta-se em segundos para todas as temporizações, com 0,15 s na primeira escala até 1800 s (30 min) na última.



Concluindo...

Sabemos que existe uma **variedade muito grande** de tipos de temporizadores, baseado nisso cabe **a cada um de nós como profissionais** conhecê-los e sabermos aplicá-los de acordo com cada situação encontrada.





Nesta aula vimos...

- Quais os tipos de relés temporizadores e como aplicá-los.

Na próxima aula

Vamos entender melhor a função do relé falta de fase. Siga em frente e bons estudos!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

10 |

**RELÉ FALTA DE FASE: QUAL A
FUNÇÃO E ONDE USAR ESSE
DISPOSITIVO**



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Você já deve ter nos ouvido falar sobre o relé falta de fase. Pois bem, nesta aula, te explicaremos porque ele se faz indispensável nas instalações.

Vamos lá?



NEUTRO NÃO SELECIONADO

RELÉ FALTA DE FASE – RPW FF

O Relé Falta de Fase destina-se à proteção de sistemas trifásicos contra queda de fase.

Funcionamento:

- Conectado diretamente a rede a ser monitorada, alimentando-se as 3 fases com amplitude de fases dentro dos limites selecionados, o relé de saída comuta os contatos para posição de trabalho (fecha os terminais 15-18) e o LED vermelho se acenderá.
- Quando ocorrer queda de uma das fases em relação às outras para um valor abaixo do limite percentual selecionado através do DIAL de ajuste de sensibilidade (proteção contra fase fantasma do motor) ocorrerá a desenergização dos contatos de saída (abre 15-18) e o LED vermelho indicando o funcionamento do sistema se apaga.



Neutro selecionado

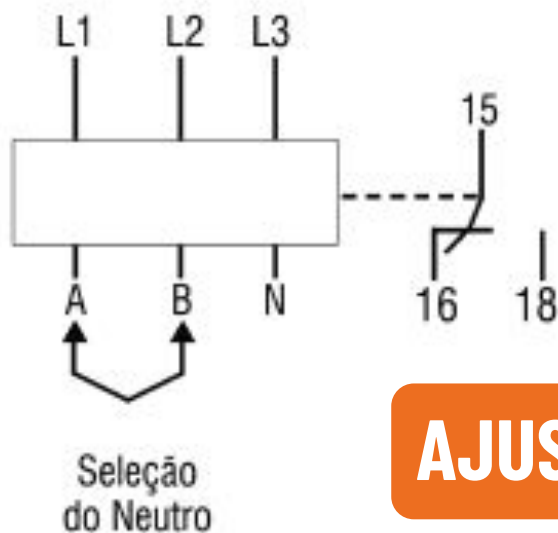
Funcionamento:

- No mesmo produto, para proteção do neutro deve-se executar uma ponte entre os terminais A e B, o relé irá realizar a mesma proteção para falta da fase e também irá monitorar a tensão no neutro, o qual obrigatoriamente deverá estar conectado. Quando este valor ultrapassar 20V, ocorrerá a desenergização da saída (abre 15-18). Valor que contempla cargas desequilibradas.



Quando monitoramos um motor, a falta de uma fase gera uma elevação de corrente nas fases restantes, o que gerará um sobreaquecimento no motor. O enrolamento com tensão induzida funciona como um gerador de tensão, denominada “fase fantasma”. O RPW FF fará a proteção do motor nesta situação.

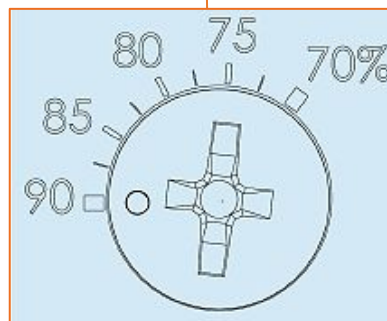
L1	15	L2
RPW SF		
A	B	N
16	18	L3



AJUSTE DE SENSIBILIDADE



O ajuste de sensibilidade do relé deve ser feito pelo Dial de ajuste localizado no frontal, ajustar ao percentual desejado de 70 a 90%, o qual definirá o percentual de quebra de uma fase em relação às outras.



RELÉ DE SUB OU SOBRETENSÃO E FALTA DE FASE – RPW SS

O Relé WEG RPW SS destina-se à proteção de sistemas trifásicos contra sub ou sobretensão e falta de fase.

Funcionamento:

- Conectando diretamente as 3 fases a serem monitoradas (L1, L2 e L3) e estando a amplitude das fases dentro dos limites de sensibilidade ajustados nas escalas frontais, o relé comuta os contatos para a posição de trabalho, (fecha os terminais 15 – 18) e o LED vermelho ligará.
- Ocorrendo alguma anomalia no sistema que provoque sub ou sobre tensão ou ainda uma falta de fase ocorrerá a desenergização do relé (abrem os terminais 15-18) protegendo o equipamento monitorado e o LED vermelho se desliga.

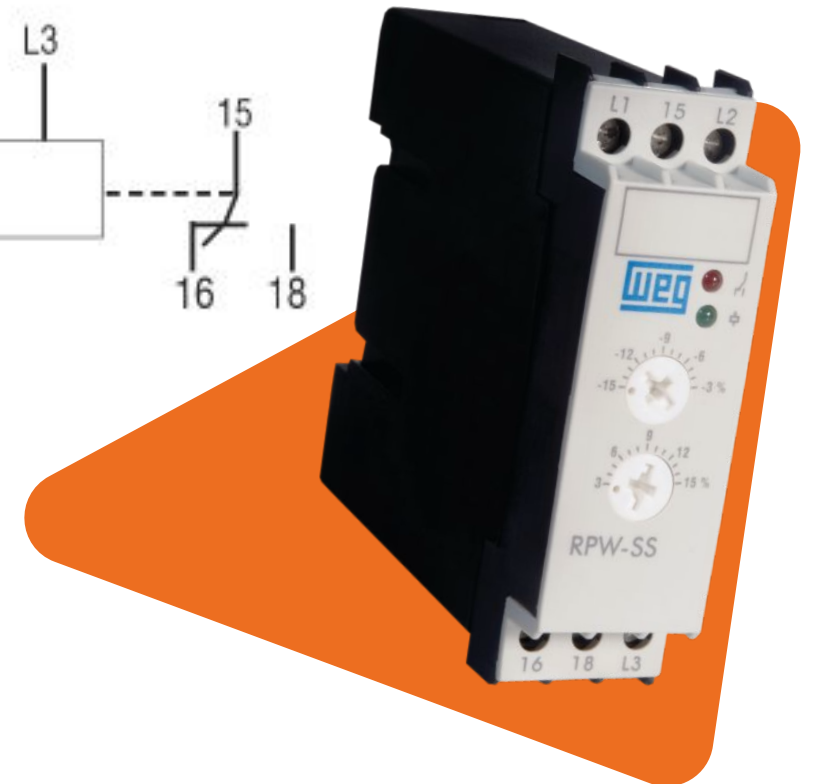
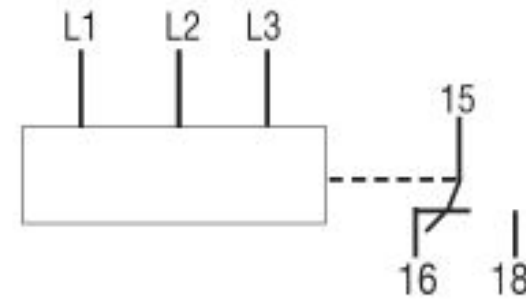
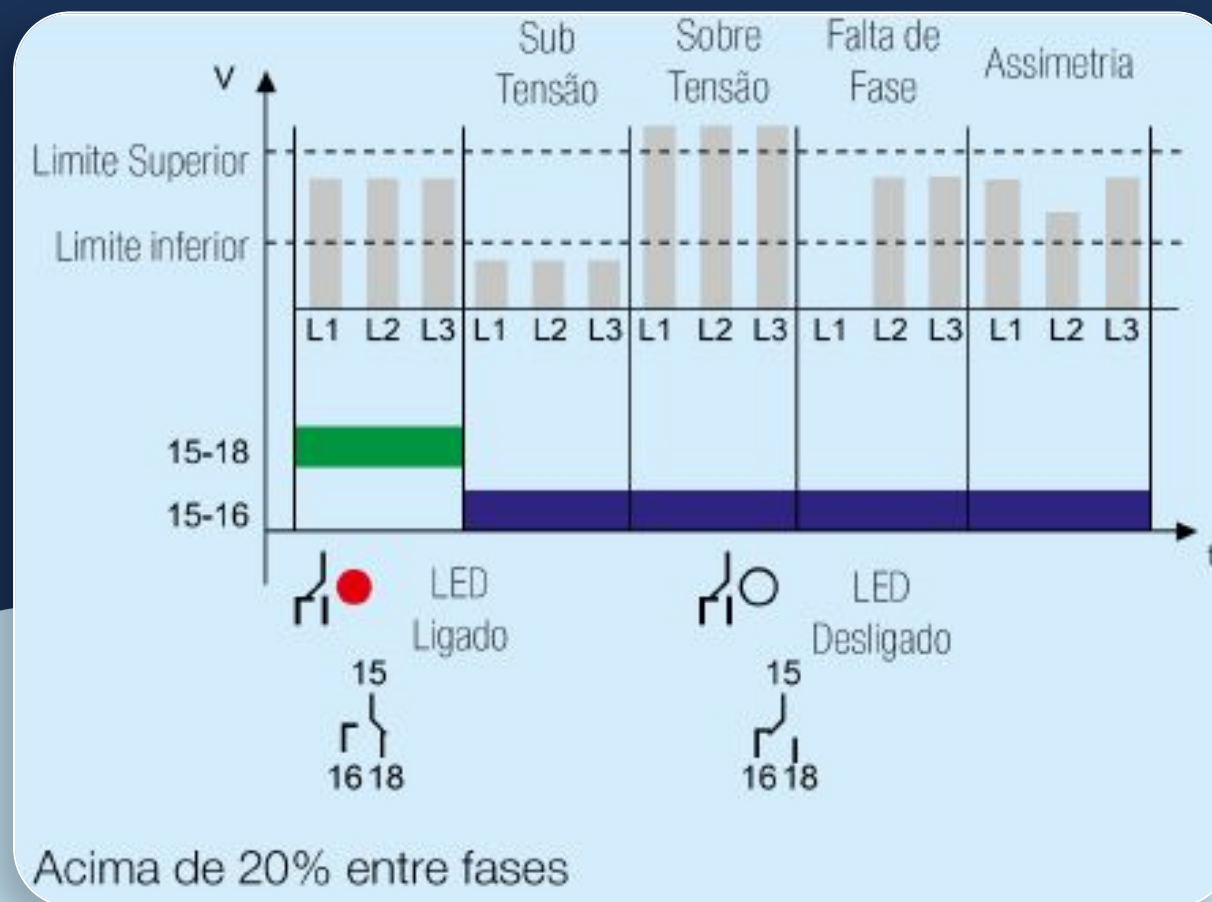
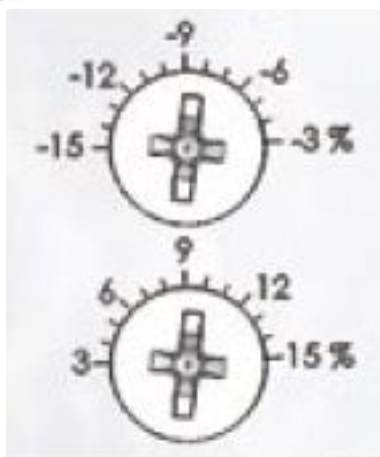


DIAGRAMA FUNCIONAL







AJUSTE DE SENSIBILIDADE

- O ajuste de sensibilidade é feito pelos **2 Diais** localizados na frontal do Relé.
- A seleção é feita de -15% a -3% (para subtensão) e $+3\%$ a $+15\%$ (para sobretensão).



INDICAÇÕES LUMINOSAS

RPW - SS			
 	LED Vermelho	Ligado	Operação Normal
		Desligado	Sub. Sobretensão e Falta de fase
 	LED Verde	Ligado	Energizado
		Desligado	Não energizado



Nesta aula vimos...

- A função do relé falta de fase.

Na próxima aula

Você irá aprender quais as principais simbologias usadas em diagramas de comandos elétricos. Siga em frente!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

12

**QUAIS AS PRINCIPAIS SIMBOLOGIAS
USADAS EM DIAGRAMAS DE
COMANDOS ELÉTRICOS?**



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Nesta aula você aprenderá a simbologia utilizada nos diagramas.

Vamos lá?



O que é simbologia?

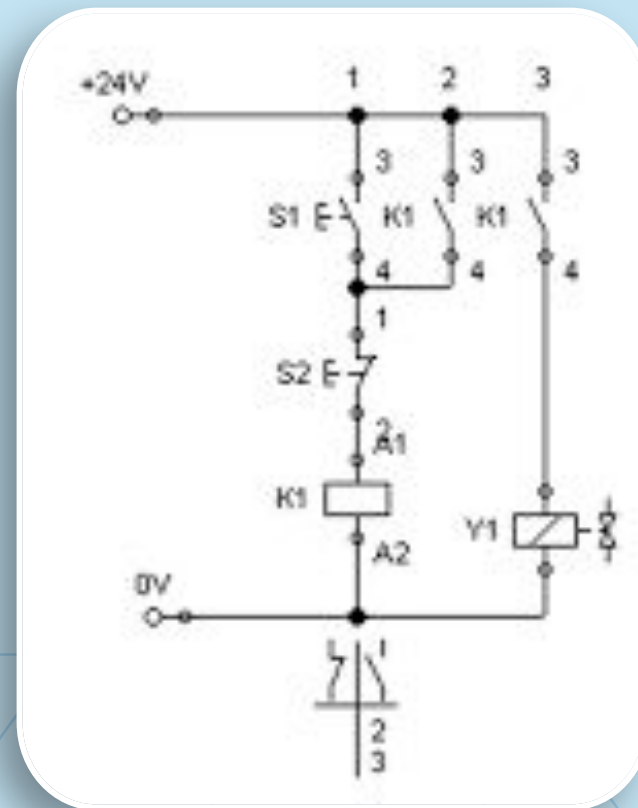
Trata-se do estudo de interpretação dos símbolos

Como surgiu a simbologia?

Em busca de uma linguagem padrão que pudesse ser entendida por todos os envolvidos em uma determinada área.

Onde é empregada na área elétrica?

Em busca de uma linguagem padrão que pudesse ser entendida por todos os envolvidos em uma determinada área.

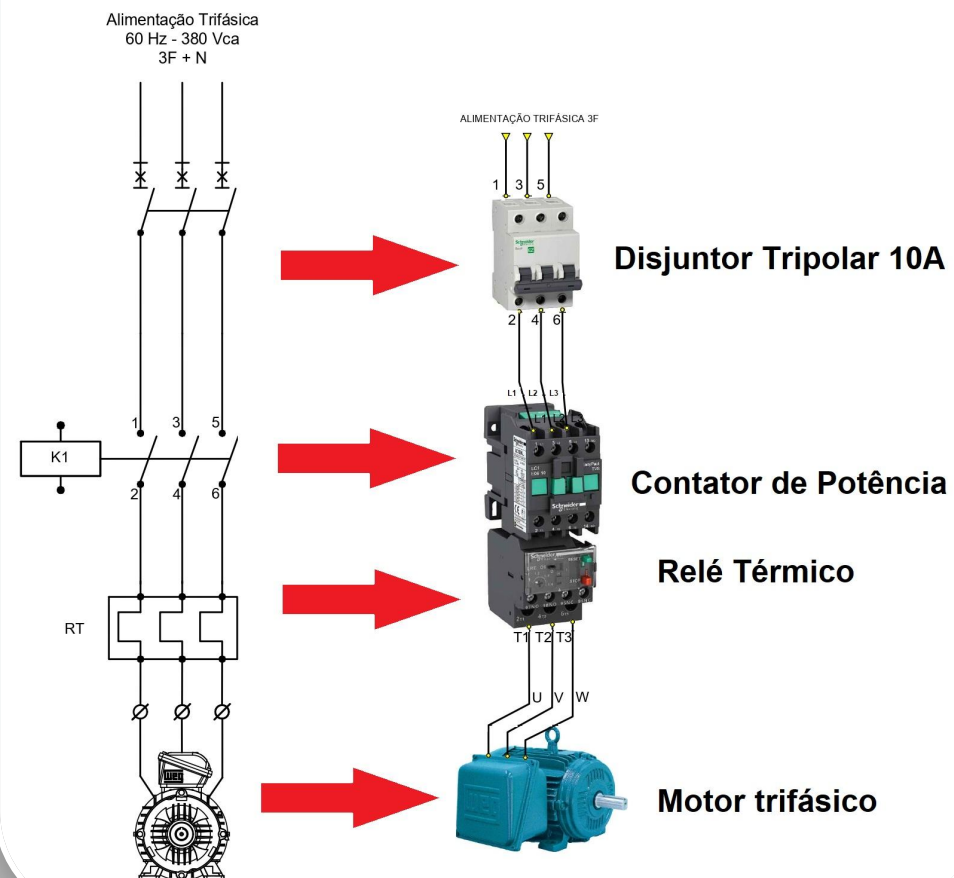


SIMBOLOGIA

Definição

A simbologia é **um modo de representação gráfica** bastante empregado nas áreas técnicas. Na área elétrica e eletrônica, tem por objetivo estabelecer símbolos gráficos que devem ser usados para representação de componentes e a relação entre estes, **permitindo assim sua análise e quantificação**.

DIAGRAMA DE FORÇA/ POTÊNCIA



Normas nacionais e internacionais das simbologias para diagramas de comandos elétricos



ABNT
(Associação Brasileira de Normas Técnicas)

Atua em todas as áreas técnicas brasileiras cujos textos e normas são utilizadas por empresas estatais e privadas.



NEMA
(National Electrical Manufacturers Association)

Associação nacional dos fabricantes de materiais elétricos dos Estados Unidos.



DIN
(Deutsche Industrie Normen)

Associação de normas alemãs. Tem suas publicações coordenadas com a VDE.

Modos de identificação dos componentes de um diagrama elétrico.

Identificação por letras e números


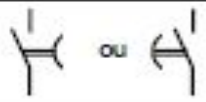
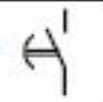
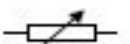
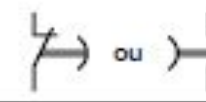
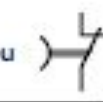
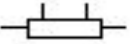

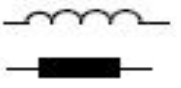



Simbologia por identificação de letras e números

Modos de identificação dos componentes de um diagrama elétrico.

Identificação por símbolos gráficos

SÍMBOLOS GRÁFICOS
(conforme NBR / IEC / DIN)

Símbolo	Descrição	Símbolo	Descrição
	Resistor	 ou 	Contato normalmente aberto (NA) com fechamento temporizado
	Resistor variável Reostato	 ou 	Contato normalmente fechado (NF) com abertura temporizada
	Resistor com derivações fixas		Disjuntor (unifilar)
	Enrolamento / Bobina		Disjuntor motor (unifilar) com relés disparadores de sobrecarga e curto-circuito



**Mas, e as cores das
botoeiras e sinaleiros?
Vamos ver!**

Botoeiras



Vermelho

Parar, desligar ou botão de emergência.



Amarelo

Iniciar um retorno, eliminar uma condição perigosa.



Verde ou preto

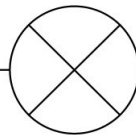
Ligar, partida.



Branco ou azul

Qualquer função diferente da anterior.

Sinaleiros



Simbologia- Identificação H



Vermelho

Emergência, condição perigosa.



Amarelo

Condição anormal.



Verde ou preto

Operação normal.

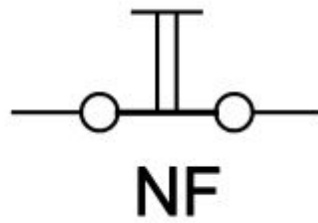
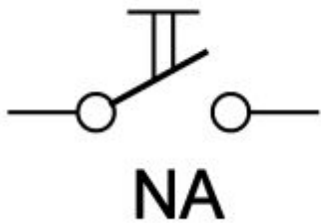


Branco ou azul

Qualquer função diferente da anterior.

Chave com retenção (ou com trava)

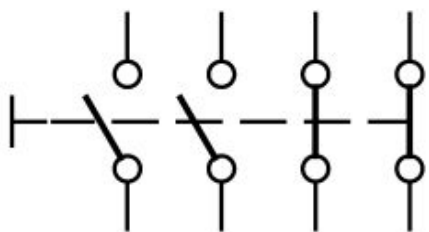
Simbologia- Identificação S



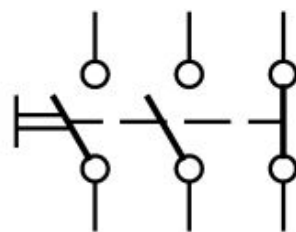
Botoeira

Chave de contatos múltiplos, com ou sem retenção

Simbologia- Identificação S



Sem retenção



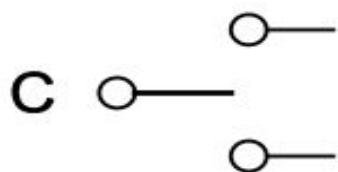
Com retenção



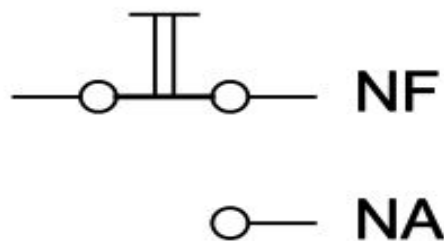
Botoeira

Chave seletora

Simbologia- Identificação S



03 posições



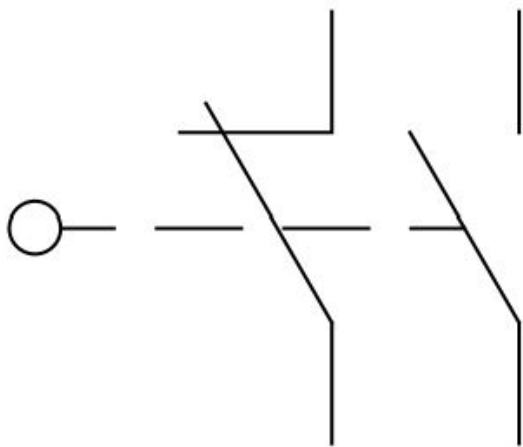
02 posições



Chave seletora

Interruptores fim de curso

Simbologia- Identificação S



Interruptores fim de curso

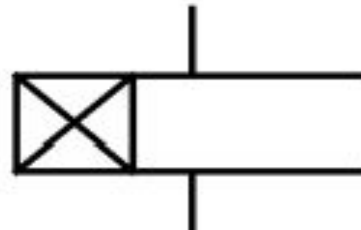


Temporizador

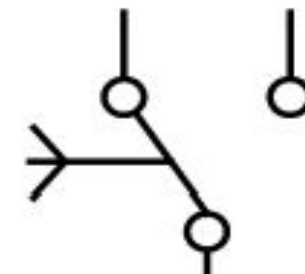


Temporizadores

Simbologia- Identificação D (KT)



**Rele retardo
operação**

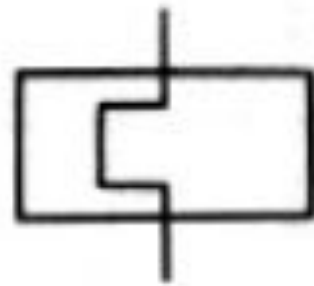


**Temporizador
fechamento**

Relé Térmico Bimetálico



Simbologia- Identificação F

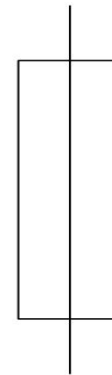


Fusível



Fusível NH

Simbologia- Identificação F

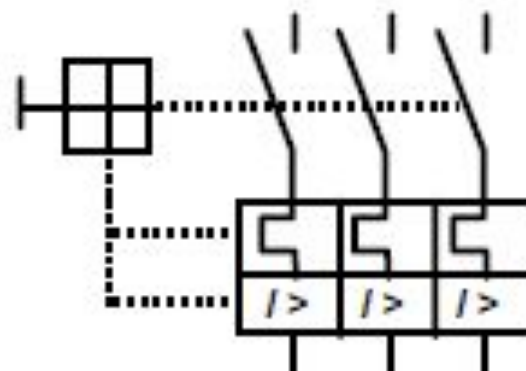


Disjuntor motor



Disjuntor
Motor
Trifásico

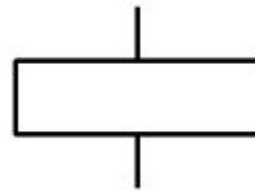
Simbologia- Identificação Q



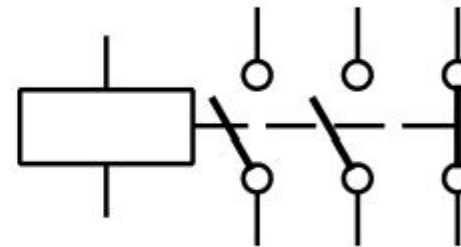
Contator (Chave eletromagnética)



Simbologia- Identificação K



**Bobina
eletromagnética**



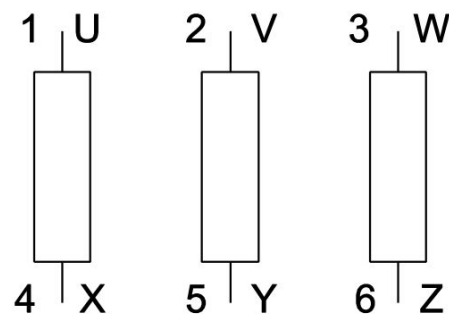
**Fechador com
comando por bobina**

Motor de indução trifásico 06 pontas

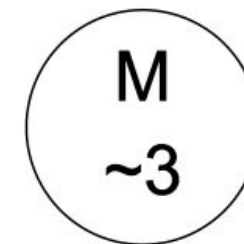


Motor elétrico trifásico

Simbologia- Identificação M



Identificação
terminais de saída





Nesta aula vimos...

- A simbologia utilizada nos diagramas.

Na próxima aula

Vamos entender como interpretar os símbolos elétricos de um diagrama. Continue!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

13

**COMO IDENTIFICAR, LER E
INTERPRETAR OS SÍMBOLOS
ELÉTRICOS PRESENTES EM UM
DIAGRAMA**



Especialista: Elifábio

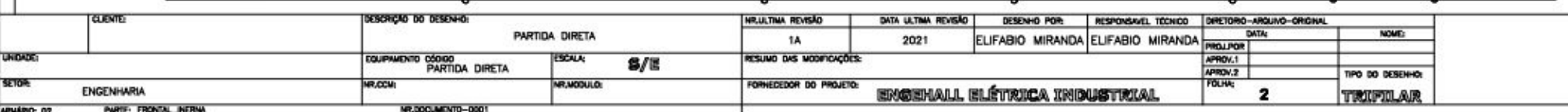
Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Com esta aula vamos entender como ler e interpretar os símbolos elétricos em um diagrama.

Vamos lá?



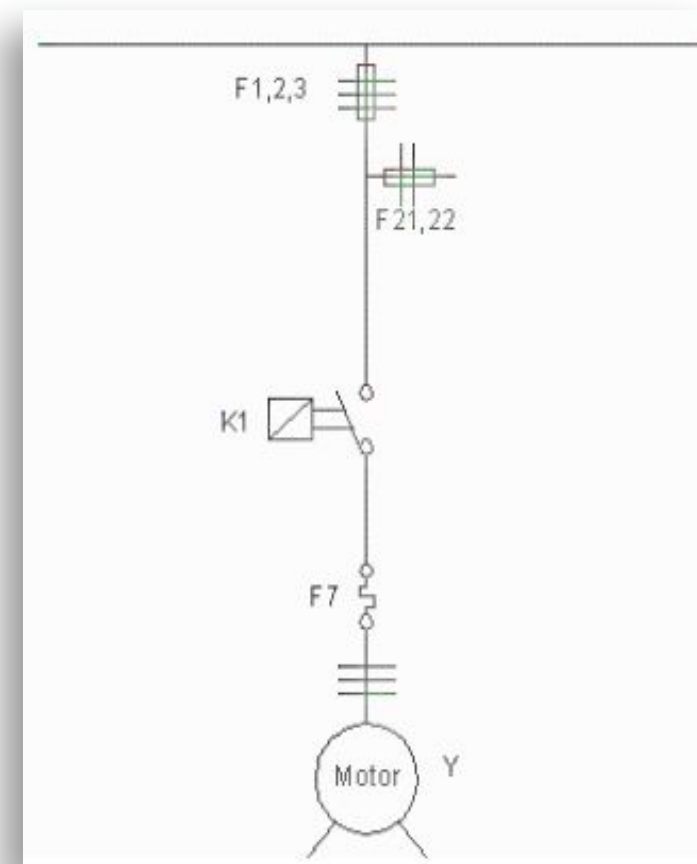


Representação de circuitos elétricos através de diagramas

Tipos de diagramas

DIAGRAMA UNIFILAR:

- Maneira simplificada de representar as ligações de um sistema elétrico ou equipamento.
- Muito empregado na representação das instalações elétricas prediais, industriais e SEP.



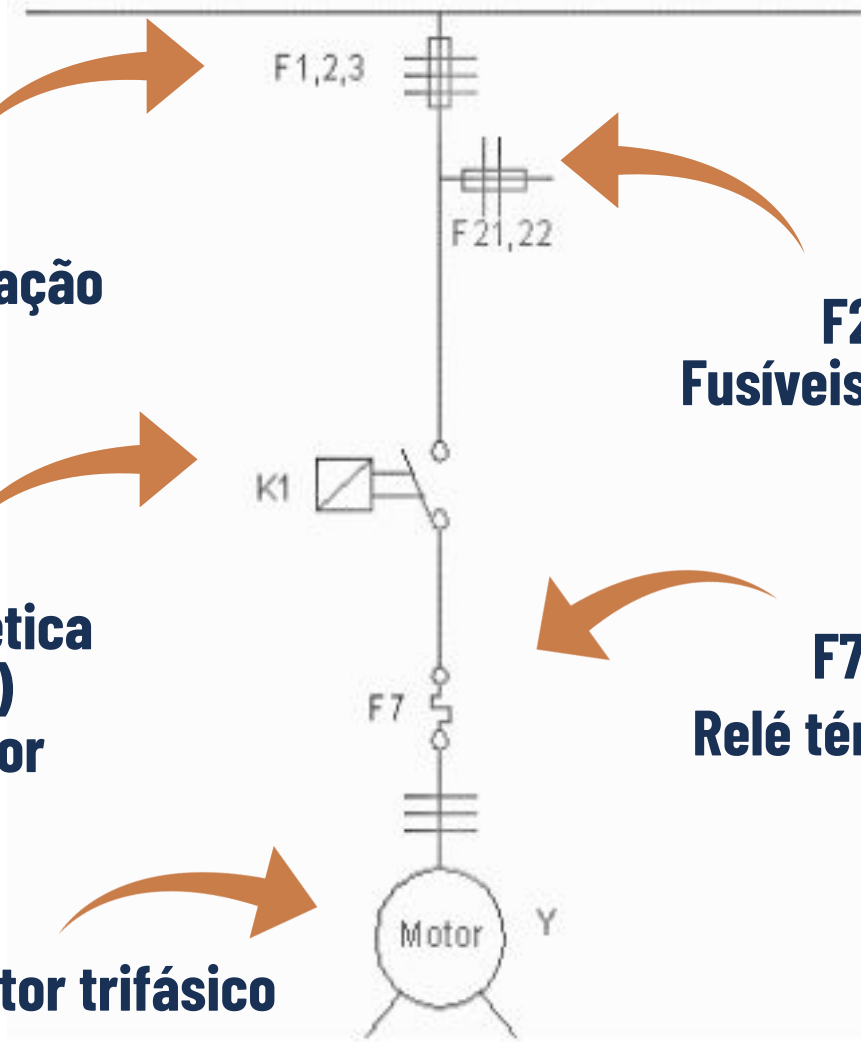
F1,2,3
Fusíveis alimentação

F21,22
Fusíveis comando

K1
Chave magnética
(contator)
acionado por
bobina

F7
Relé térmico

Y: Motor trifásico

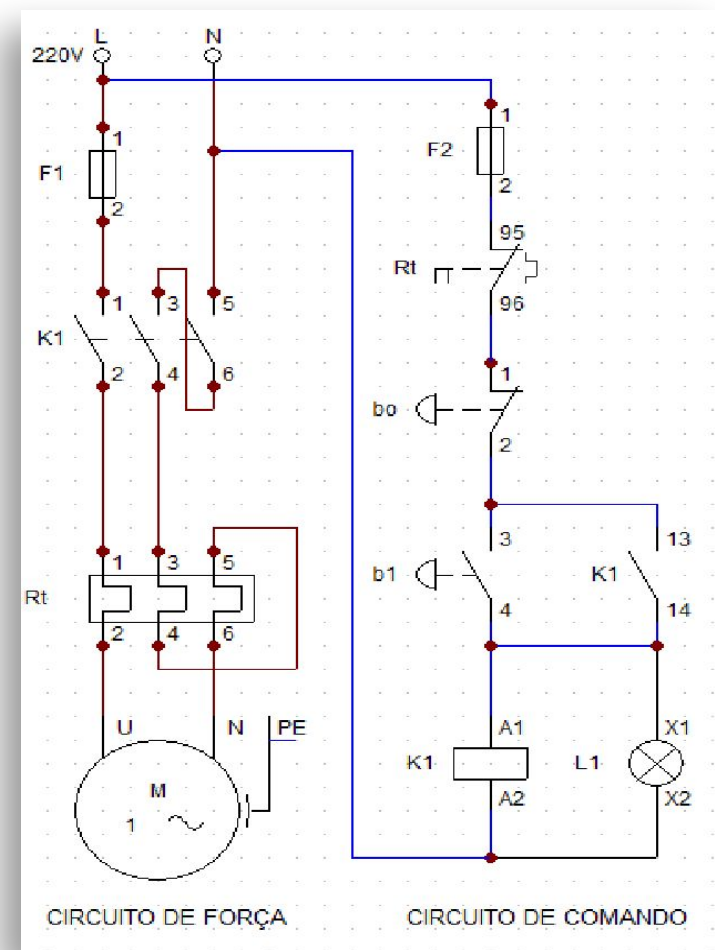


Representação de circuitos elétricos através de diagramas

Tipos de diagramas

DIAGRAMA MULTIFILAR

- Diagrama completo, onde todas as ligações elétricas estão representadas no desenho.
- Normalmente é mais empregado em representação de circuitos simples do que em circuitos complexos.



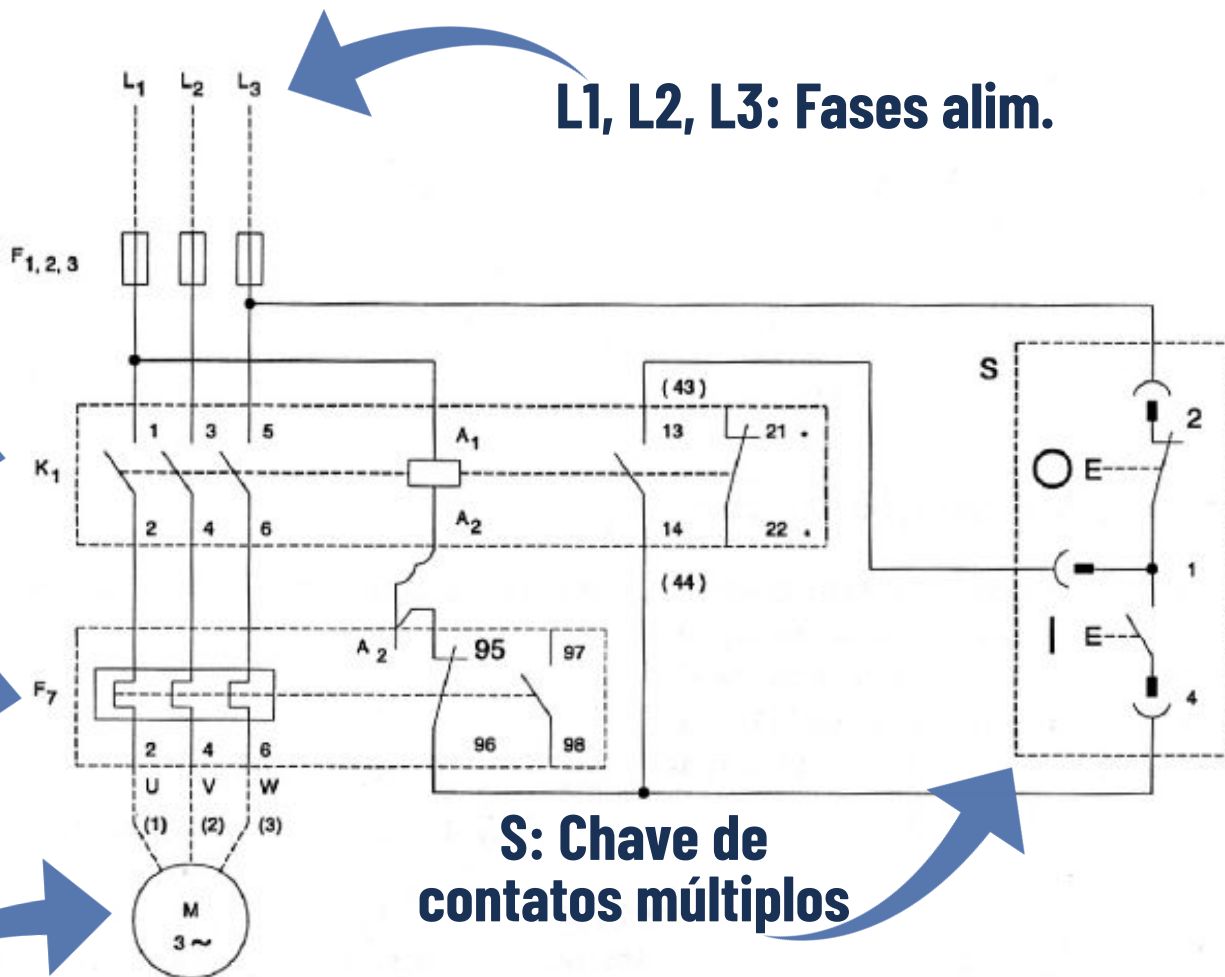
F1,2,3: Fusíveis alim.

L1, L2, L3: Fases alim.

K1: Contator trifásico

F7: Relé Térmico

M: Motor indução trif.

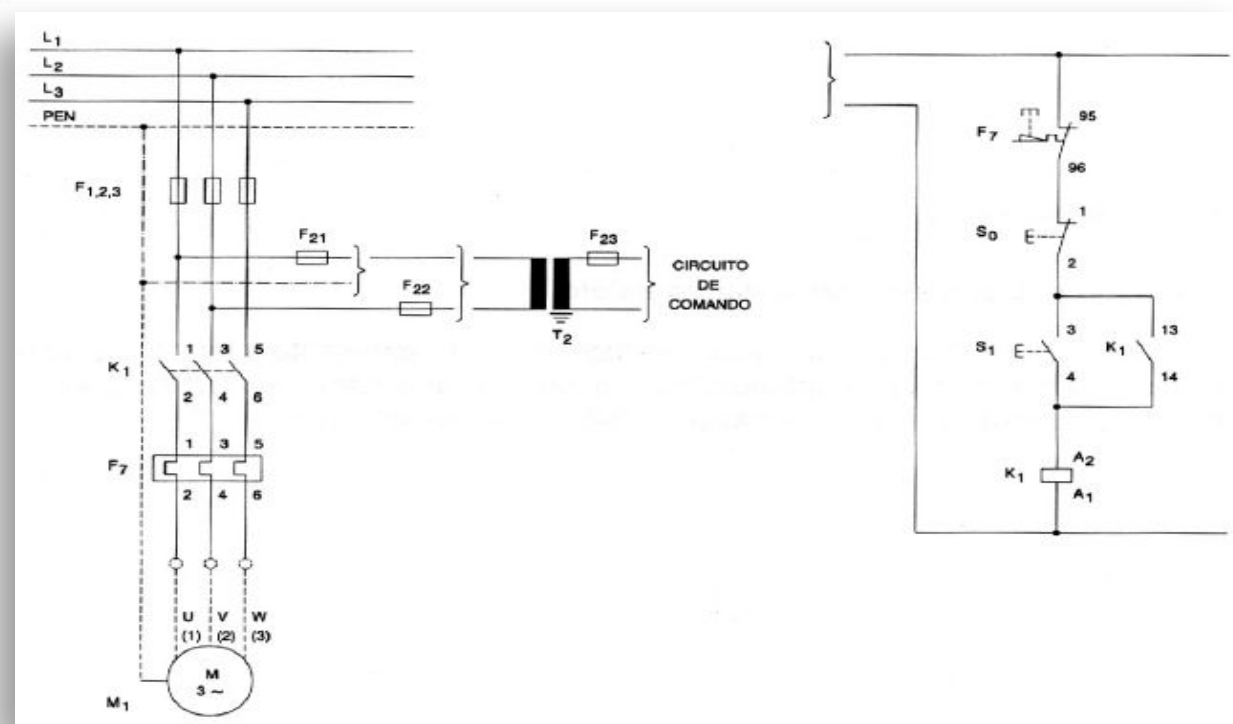


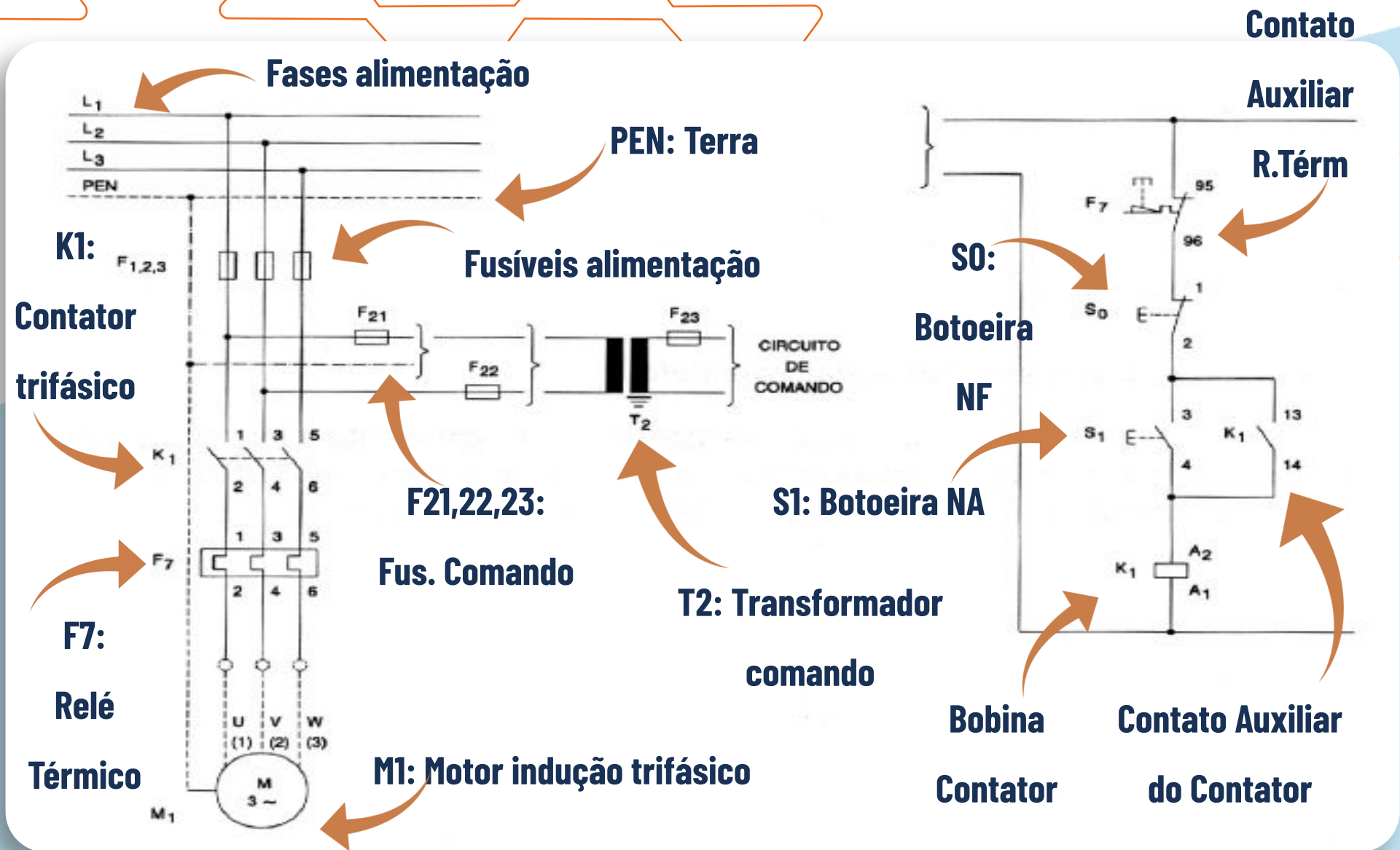
Representação de circuitos elétricos através de diagramas

Tipos de diagramas

DIAGRAMA FUNCIONAL

- Bastante parecido com o diagrama multifilar, porém, por serem divididos em dois circuitos: o principal (potência) e o de comando, são bastantes práticos e de fácil compreensão.



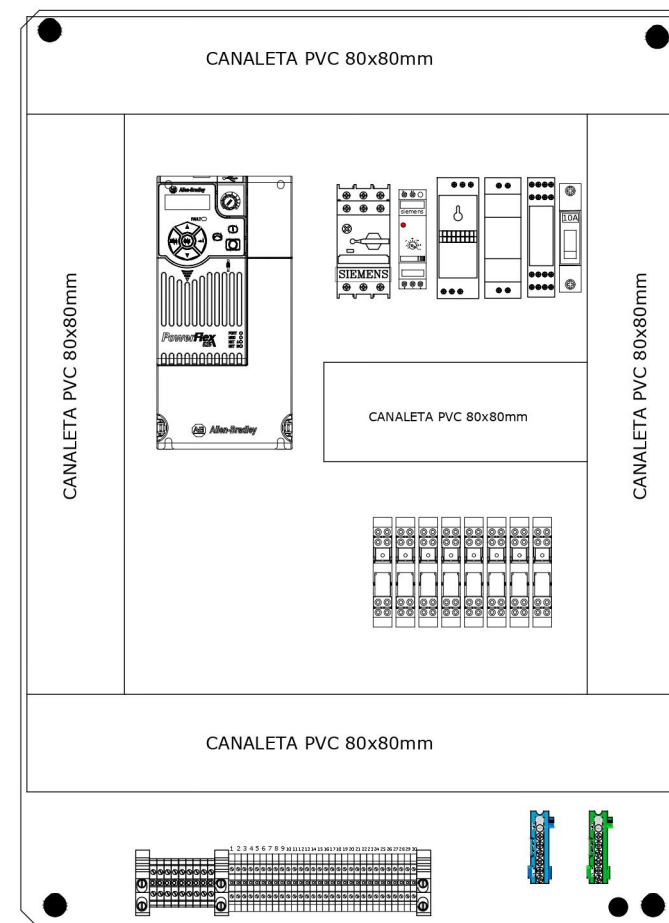


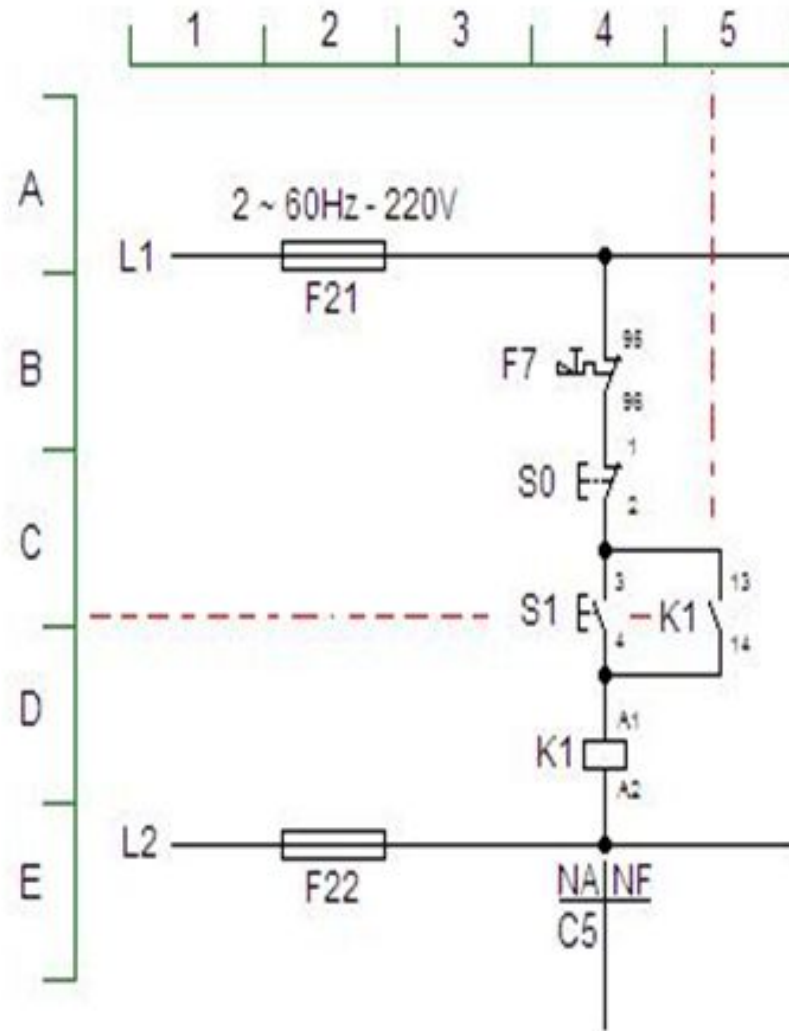
Representação de circuitos elétricos através de diagramas

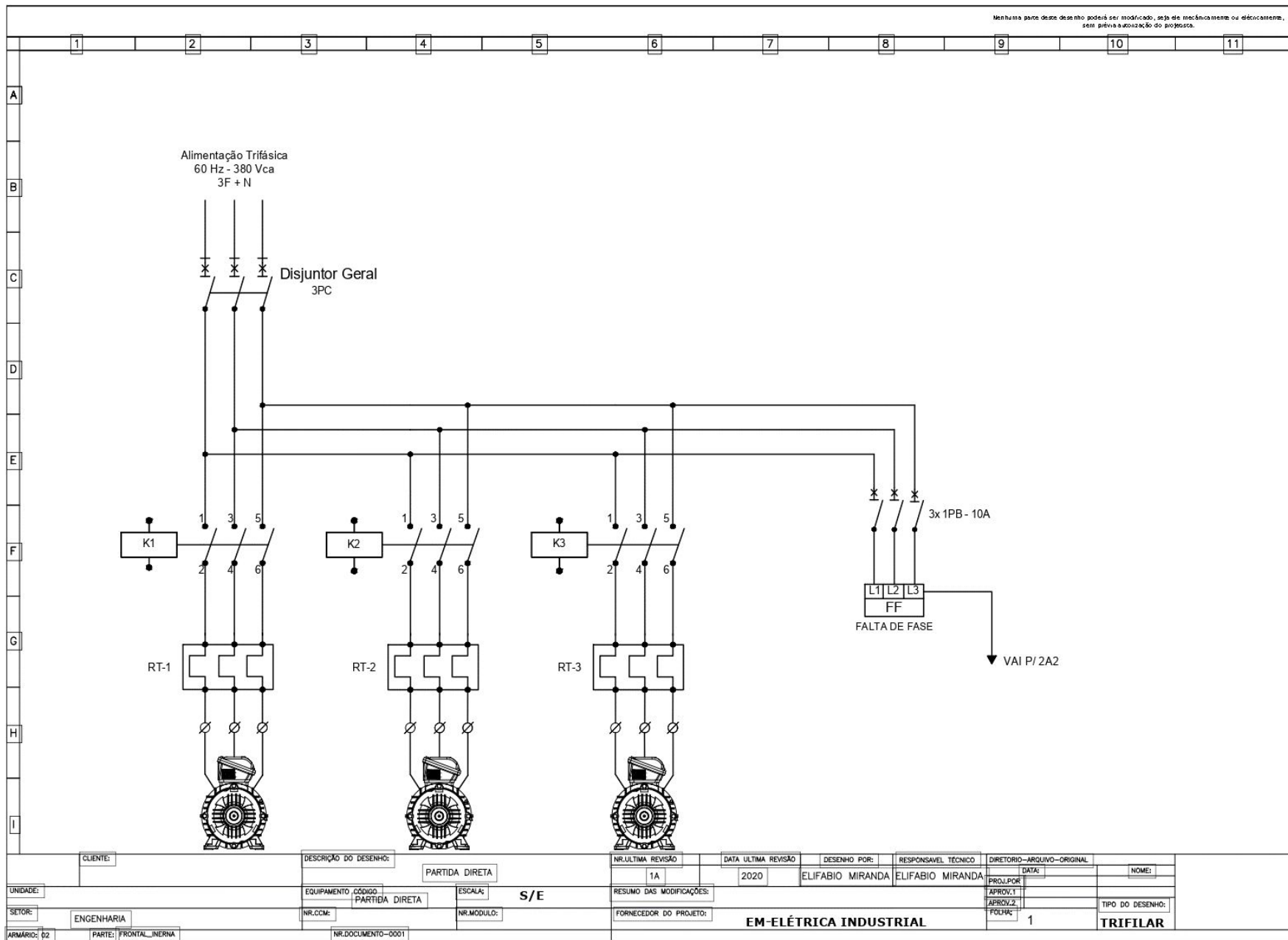
Tipos de diagramas

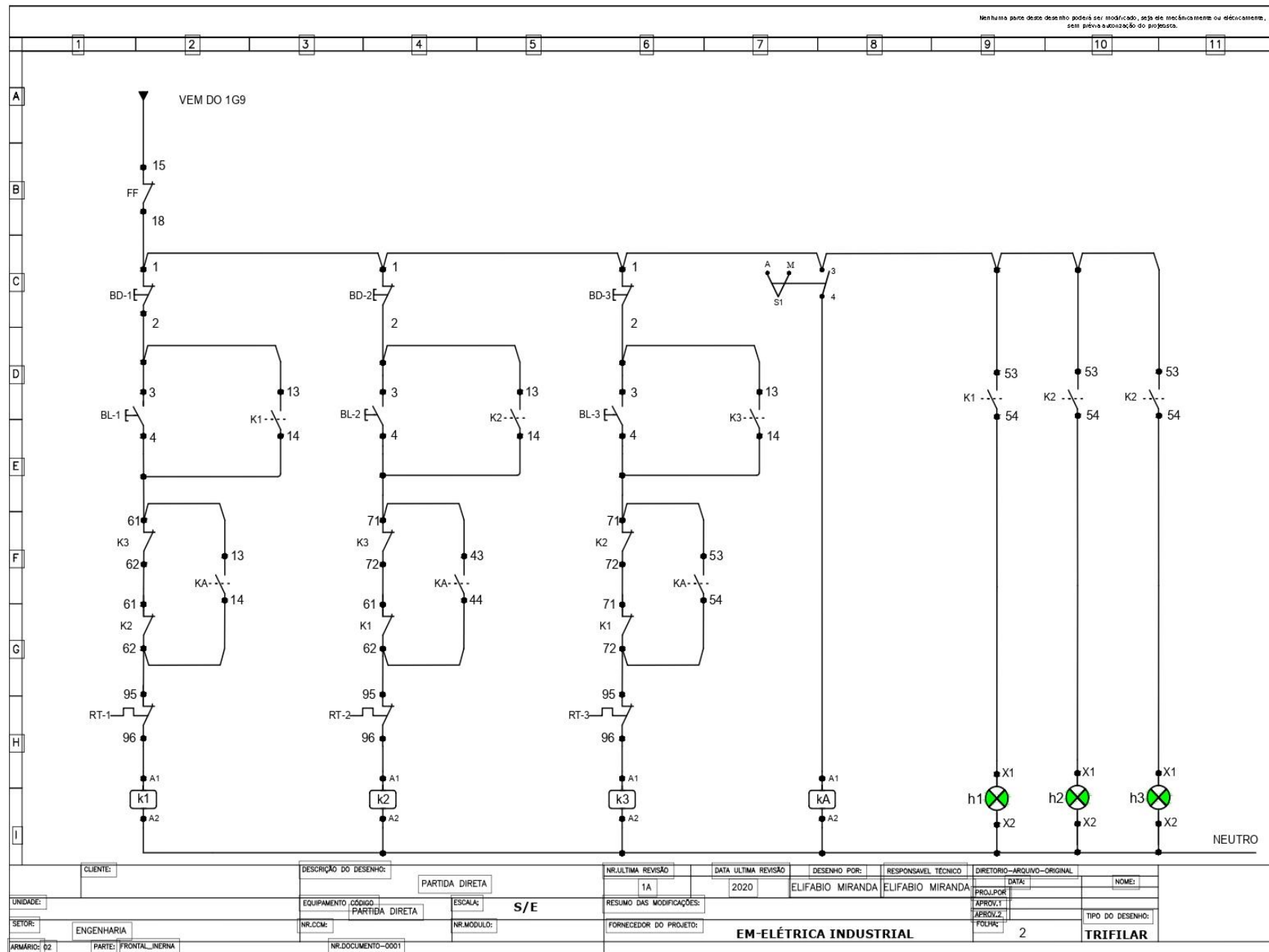
DIAGRAMA DE DISPOSIÇÃO OU LAYOUT

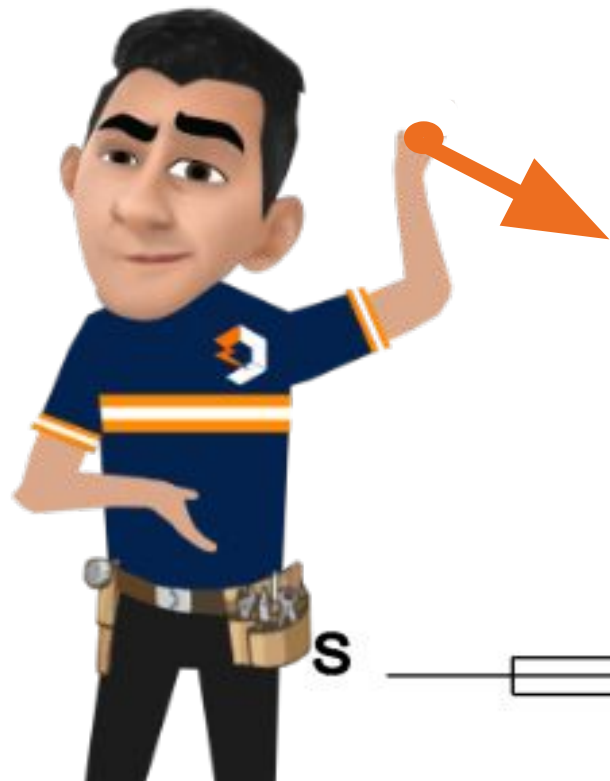
- Representa de forma clara e objetiva, o arranjo físico dos dispositivos no interior de um determinado compartimento.
- A combinação dos diagramas funcional e de disposição física dos componentes, definem de maneira prática e racional, facilidades de análise, instalação e manutenção dos equipamentos



















-  a) Não liga nada!
-  b) Liga K1 mas não permanece ligado
-  c) Abre o fusível da fase R
-  d) Liga K1 e ele permanece ligado.

-  a) Não liga nada!
-  b) Liga K1 mas não permanece ligado
-  c) Abre o fusível da fase R
-  d) Liga K1 e ele permanece ligado.



Nesta aula vimos...

- Como ler e interpretar os símbolos nos diagramas elétricos.

Na próxima aula

Continuaremos no assunto dos diagramas.
Parabéns por estar seguindo o passo a passo!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

16 |

**CHAVE DE PARTIDA DIRETA:
*COMO DIMENSIONAR CORRETAMENTE***



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

A partir de agora iremos abordar os principais componentes de uma partida direta.

Vamos lá?



Os componentes de uma partida direta

DISJUNTOR



CONTATOR



RELÉ TÉRMICO



MOTOR



COMO DIMENSIONAR CORRETAMENTE A CHAVE DE PARTIDA DIRETA?

Para o **perfeito dimensionamento** de qualquer partida, é necessário em primeiro lugar observar duas coisas:

- 1. a corrente nominal do motor em questão;**
- 2. que tipo de aplicação esse motor será submetido.**

Observando esses fatores conseguimos determinar de forma correta cada componente que irá compor a partida.



Considerando que o nosso motor terá uma aplicação simples (AC3) temos as seguintes fórmulas de dimensionamento

$$DJ = IN \times 1,20$$







$$K = IN \times 1,15$$

$$RT = IN$$



EXEMPLO

		ALTO Plus RENDIMENTO		NBR7094	
~ 3 90L		03/99		FB90702	
MOTOR INDUCAO - GAIOLA INDUCTION MOTOR-SQUIRREL CAGE		Hz 60		CAT N	
kW(HP-cv)		2.2(3.0)		RPM min ⁻¹ 1730	
FS SF 1.15	ISOL INSL B	Δ† K	Ip/In 6.7	IP55	
220/380/440 V			8.40/4.86/4.20 A		
REG DUTY S1			MAX AMB		ALT m
<div> <div> <div>220 V</div> <div> <div> 11 12 10 5 6 4 8 9 7 2 3 1 L1 L2 L3 </div> </div> <div>Δ</div> </div> <div> <div>380 V</div> <div> <div> 11 12 10 5 6 4 8 9 7 2 3 1 L1 L2 L3 </div> </div> <div>YY</div> </div> <div> <div>440 V</div> <div> <div> 11 12 10 5 6 4 8 9 7 2 3 1 L1 L2 L3 </div> </div> <div>Δ</div> </div> <div> <div>Y</div> <div> 11 12 10 5 6 4 8 9 7 2 3 1 L1 L2 L3 </div> </div> </div>					
Y - ONLY START /			SOMENTE PARTIDA		
 6205-ZZ A BASE DE LITIO 6204-ZZ				Kg	
		PNEE REND.% = 85.5% cos φ 0.81			



$$IDJ = 8,40 \times 1,20 = 10,08 \text{ A} = 16 \text{ A}$$

$$IK = 8,40 \times 1,15 = 9,66 \text{ A}$$

$$IRT = 8,40 \text{ A}$$

$$IN = 8,40 \text{ A}$$



Nesta aula vimos...

- Chave de partida direta: como dimensionar corretamente

Na próxima aula

Vamos entender um diagrama funcional. Siga em frente e em caso de dúvidas, deixe seu comentário ou entre em contato.



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

19 |

**CHAVE DE PARTIDA ESTRELA TRIÂNGULO:
QUANDO DEVO ESCOLHER ESSE TIPO DE PARTIDA**



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Com esta aula vamos entender quando você deve ou não escolher a chave de partida estrela triângulo.

Vamos lá?



Introdução

CHAVE ESTRELA-TRIÂNGULO

- É um **dispositivo auxiliar** de partida de motores com o objetivo de reduzir a corrente de partida.
- Durante a partida (principalmente se for a plena carga) **um motor pode absorver uma corrente**, normalmente, de seis a oito vezes a sua corrente nominal, para que a inércia seja vencida. Para **minimizar esta condição**, alguns artifícios podem ser utilizados para diminuir a corrente de partida, sendo um deles a partida com tensão reduzida, provocada por um fechamento temporário em estrela do motor.
- Esse sistema é usado nos motores **para duas tensões com relação** (Y- Δ) e no mínimo seis terminais, devendo **obrigatoriamente** a menor delas coincidir com a tensão da rede.
- O que se faz é **uma ligação** onde se conecta o motor para **a maior tensão** (Y) no momento da partida, **aplicando-lhe a menor tensão** (rede- Δ).
- Depois de embalar por completo, **as ligações são trocadas** e o **fechamento** do motor passa a ser em **triângulo**, fazendo com que a tensão que o motor recebe da rede **seja o valor nominal**.

Características

Permitida para motores com potência de 5 até 15 cv (Concessionária local);

A tensão da rede deve coincidir com a tensão em triângulo do motor;

Pode ser manual ou automática

Enquanto conectado em estrela, as bobinas recebem apenas 58% da tensão nominal ()

Conectado em triângulo as bobinas recebem 100% da tensão nominal.

A comutação de estrela para triângulo geralmente é feita quando o motor atinge aproximadamente 90% da velocidade nominal

CHAVE ESTRELA-TRIÂNGULO



Vantagens:

- Proporciona redução da corrente de partida para aproximadamente 33% (ou $\frac{1}{3}$) de seu valor, em comparação com a partida direta;
- Não tem limite quanto ao seu número de manobras.



Desvantagens:

- Se automática, utiliza 3 contatores;
- Na maioria dos casos a partida deve ser a vazio;
- Se automática, precisa de relé temporizador;
- Com a corrente de partida reduzida para aproximadamente $\frac{1}{3}$ da corrente nominal, reduz-se também o torque de partida para $\frac{1}{3}$.

PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA PARTIDA ESTRELA TRIÂNGULO

Circuito principal



DISJUNTOR

CONTATOR 1



RELÉ TÉRMICO



CONTATOR 2



CONTATOR 3



Para o perfeito dimensionamento de qualquer partida é preciso observar...

- A corrente nominal do motor em questão,
- Que tipo de aplicação esse motor será submetido.

Observando esses fatores conseguimos determinar de forma correta cada componente que irá compor a partida.



Considerando que o nosso motor terá uma aplicação simples (AC3) temos as seguintes fórmulas de dimensionamento:

$$IK1 = IN / 1,732 \times 1,15$$

$$IRT = IN / 1,732$$

$$DJ = IN \times 1,20$$

$$IK3 = IN \times 0,33 \times 1,15$$

$$IK2 = IN / 1,732 \times 1,15$$



EXEMPLO

W22 Premium		21SEP12 1000000000	
3 kW(HP-cv)	1 1 (15)	132M/L	MOTOR REDUÇAO CAIXA
220/380	A	37.6/21.8	INDUCT. MOTOR-SCHEMEL CAGE
1760	Hz 60	1.25	8.3
92.4	AMB. 40°C	80 K	47/27.2 A
N	IP55	S1	1000
W2 U2 V2	W2 U2 V2	79 Kg	-6308-ZZ
U1 V1 W1	U1 V1 W1	-6207-ZZ	MOBIL POLYREX EM
L1 L2 L3	L1 L2 L3		
CE	RENDIMENTO E FATOR DE POTENCIA APROVADOS PELO INMETRO		
	PROCEL		
	NBR - 17054-1:2005		

$$IDJ = 37,6 \times 1,20 = 45,12 \text{ A}$$

= 50 A

$$IK1 = 37,6 / 1,732 \times 1,15 = 24,96 \text{ A}$$

= 25 A

$$IK2 = 37,6 / 1,732 \times 1,15 = 24,96 \text{ A}$$

= 25 A

$$IK3 = 37,6 \times 0,33 \times 1,15 = 14,26 \text{ A}$$

= 16 A

$$IRT = 37,6 / 1,732 = 21,7 \text{ A}$$

= 17.....25 A



Nesta aula vimos...

- Como dimensionar corretamente a chave de partida estrela triângulo.

Na próxima aula

Vamos entender na prática o diagrama da chave de partida estrela triângulo. Bons estudos!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

22 |

CHAVE DE PARTIDA COMPENSADORA
QUANDO DEVO ESCOLHER ESSE TIPO DE PARTIDA



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Com esta aula você entenderá de forma clara, quando deve escolher a chave de partida compensadora.

Bons estudos!



Partida Compensadora

- Tem a finalidade de **reduzir a corrente de partida do motor**.
- A partida compensadora **alimenta o motor com tensão reduzida** em suas bobinas na partida. Essa redução é feita através da ligação de um autotransformador em série com as bobinas do motor.
- Após o motor ter acelerado, **a tensão do autotrafo é comutada** e as bobinas passam a receber tensão nominal. Tal comutação é feita automaticamente utilizando-se contadores e um relé de tempo.

Existem duas derivações usuais para os TAPs do autotransformador de partida compensadora. A redução da corrente de partida depende do TAP em que estiver ligado o autotransformador:

TAP 65% da tensão - Redução da corrente para 42% do seu valor de partida direta;

TAP 80% da tensão - Redução da corrente para 64% do seu valor de partida direta.

**OBS: Chave estrela-triângulo:
tensão de partida limitada a 58% da tensão nominal.**

Características

Utilizada na partida de motores com potência superior a 15 cv (concessionária local)

A partida compensadora pode ser utilizada em motores que partem sob carga; torque de partida da carga deve ser inferior à metade do torque de partida do motor

O motor é alimentado pela derivação (TAP) de um autotransformador;

Autotransformador trifásico ligado em Estrela

Autotransformador deve ter potência superior ou igual à potência do motor;

Depois de um tempo pré-estabelecido, o autotransformador é bypassado.

Vantagens:



- Pode ser utilizado com qualquer motor trifásico;
- Necessita apenas de 3 fios no motor;
- O motor permanece sempre energizado, mesmo no intervalo de troca dos contadores;
- Corrente de partida entre 42% a 100% da nominal.

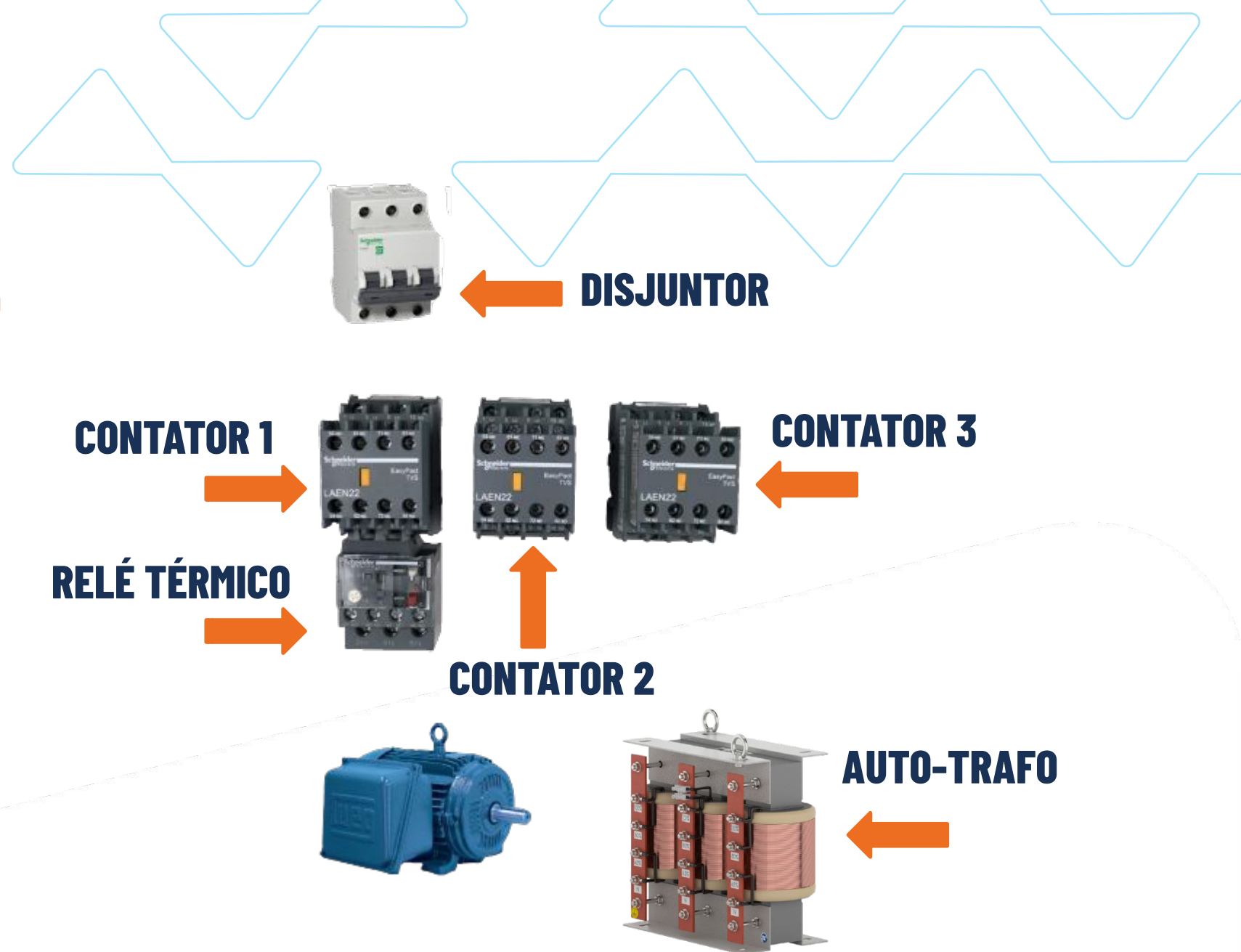
Desvantagens:



- Maior custo, espaço ocupado e manutenção devido à presença do auto transformador no circuito.

CHAVE DE PARTIDA COMPENSADORA

Os principais componentes de uma partida compensadora. (Circuito Principal).



Para o perfeito dimensionamento de qualquer partida é preciso observar...



- A corrente nominal do motor em questão,
- Que tipo de aplicação esse motor será submetido.

Observando esses fatores conseguimos determinar de forma correta cada componente que irá compor a partida.

Considerando que o nosso motor terá uma aplicação simples (AC3) temos as seguintes fórmulas de dimensionamento:

$$IK1 = I_N \times 1,15$$



$$I_{RT} = I_N$$



$$IK2 = 1,15 \times \text{tap}^2 \times I_N$$



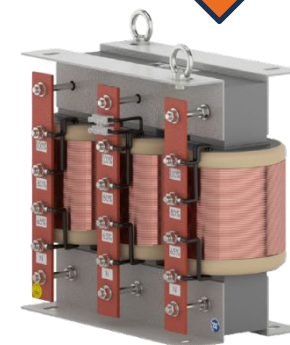
$$DJ = I_N \times 1,20$$








$$IK3 = 1,15 \times [(\text{tap} - \text{tap}^2) \times I_N]$$



= KW do Motor



EXEMPLO

				 INMETRO		PNEE	
NBR.7094				REND.% = 92.5%		cos φ 0.87	
~ 3 250S/M		11/01		AY53872			
MOTOR INDUCAO - GAIOIA INDUCT. MOTOR-SQUIRREL CAGE		Hz 60	CAT N	FS 1.00			
KW(HP-cv) 75(100)		RPM 1775					
ISOL F Δ+80 K		IP55	ALT m				
220/380/440 V		245/142/123 A					
REG DUTY S1		MAX AMP					
		6314-C3		POLYREX EM-ESSO		462 kg	
		6314-C3		27 a 9789 h			

$$IDJ = 245 \times 1,20 = 294 \text{ A}$$

$$= 300 \text{ A}$$

$$IK1 = 245 \times 1,15 = 281,75 \text{ A}$$

$$= 300 \text{ A}$$

$$IK2 = 1,15 \times 0,64 \times 245 = 180,32 \text{ A}$$

$$= 185 \text{ A}$$

$$IK3 = 1,15 \times 0,16 \times 245 = 46,73 \text{ A}$$

$$= 50 \text{ A}$$

$$IRT = 245 \text{ A}$$

$$= 200.....310 \text{ A}$$



Nesta aula vimos...

- O que é melhor para se usar para proteção do circuito de potência de um motor.

Na próxima aula

Vamos começar um novo módulo! Parabéns por ter chegado até aqui. Lembre-se, em caso de dúvidas, chame o suporte!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

7 | O QUE É, COMO SURTIU E ONDE SÃO APLICADOS OS CLPS



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Com essa aula bônus você irá entender o que é, como surgiu e onde são aplicados os CLPS.

Vamos lá?



Como surgiu?

Controlador Programável

Mesmo antes da industrialização da eletrônica digital, os **projetistas de comando** elaboravam **circuitos digitais como contatos programáveis**.

O programa era armazenado em **plugs multi-pinos** e as **instruções codificadas por meio de ligações elétricas entre os pinos destes plugs**.

Esses programas eram muito limitados, e sua principal função era a **seleção das operações das máquinas e/ou processos**.



OS PROBLEMAS

Além da operacionalidade muito baixa, existiam outros problemas:

- alto consumo de energia
- difícil manutenção
- modificações de comandos dificultados
- onerosos com muitas alterações na fiação ocasionando número de horas paradas
- dificuldades em manter documentação atualizada dos esquemas de comando modificado.

Com a industrialização da eletrônica, os custos diminuíram, ao mesmo tempo em que a flexibilidade aumentou, permitindo a utilização de comandos eletrônicos em larga escala.

Mas, alguns problemas persistiram...



A indústria automobilística a cada ano com o lançamento de novos modelos **sucateia muitos painéis**, pois os custos para alteração eram *maiores* do que a instalação de novos painéis.

Porém, em 1968 a GM através de sua Divisão Hidromatic preparou as especificações detalhadas do que posteriormente denominou-se **Controlador Programável (CP)**.

Estas especificações retratavam as necessidades da indústria, independentemente do produto final que iria ser fabricado.

Em 1969 foi instalado o primeiro CP na GM executando apenas funções de intertravamento.

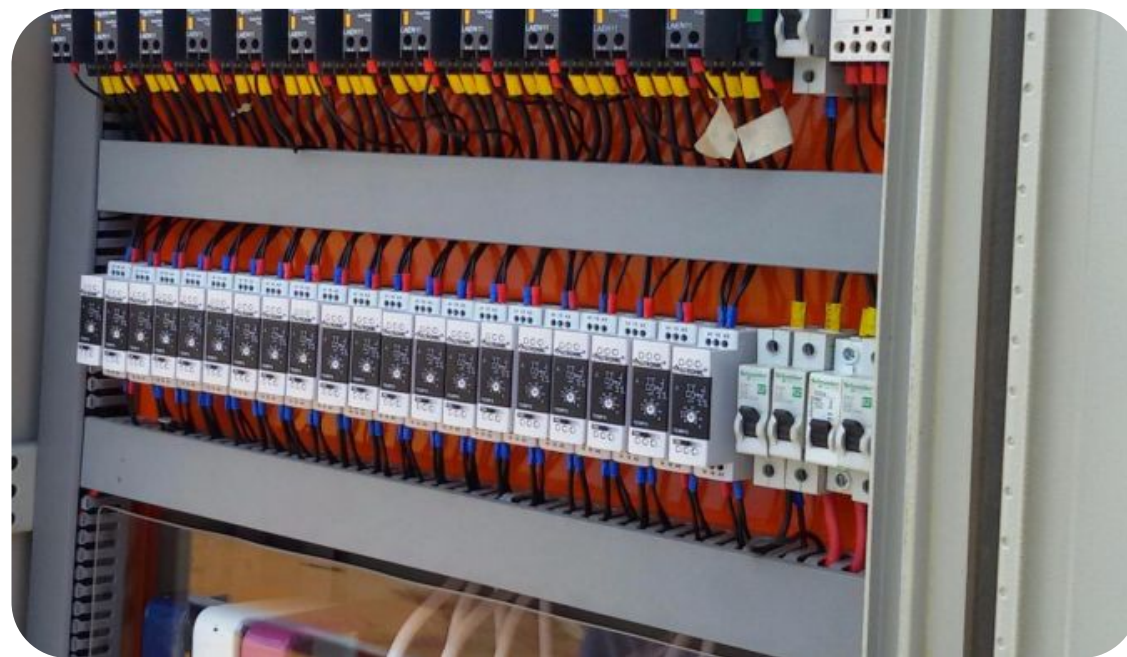
Evolução histórica

- **De 1970 a 1974**, em adição às funções intertravamento e sequenciamento (lógica), foram acrescentadas funções de temporização e contagem, funções aritméticas, manipulação de dados e introdução de terminais de programação de CRT (Cathode Ray Tube).
- **De 1975 a 1979** foram incrementados ainda maiores recursos de software que propiciaram expansões na capacidade de memória, controles analógicos de malha fechada com algoritmos PID, utilização de estações remotas de interfaces de E/S (Entradas e Saídas) e a comunicação com outros equipamentos “inteligentes”. Com os desenvolvimentos deste período, o CP passou a substituir o microcomputador em muitas aplicações industriais.
- **Nesta década atual**, através dos enormes avanços tecnológicos, tanto de hardware como de software, podemos dizer que o CP evoluiu para o conceito de controlador universal de processos, pois pode configurar-se para todas as necessidades de controle de processos e com custos extremamente atraentes.

ONDE SÃO APLICADOS?

Os **CLPs** são largamente utilizados na industrial, substituindo os antigos sistemas a relés, que além de ocupar muito espaço não tinham uma confiabilidade no processo fabril, gerando altos índices de manutenção.

Em decorrência de sua crescente gama de funções, ele é encontrado em muitas e **mais complexas** aplicações.



Pelo fato de sua estrutura ser baseada **nos mesmos princípios da arquitetura** empregada em um **computador**, ele é capaz de executar não apenas tarefas de um relé, mas também **outras aplicações**, como temporização, contagem, cálculos, comparação e processamento de sinais analógicos.

Controladores programáveis oferecem várias vantagens em relação aos controles a relé convencionais. Os relés precisam ser instalados para executar uma função específica; quando o sistema requer uma modificação, os condutores do relé precisam ser substituídos ou modificados.

- Devido às vantagens já citadas acima, o CLP é utilizado na maioria das atividades industriais: linhas de manufatura automatizadas (automóveis, eletrodomésticos, etc.), controle de processos contínuos (refinarias de petróleo, indústrias químicas, etc.), controle de estoques.
- Como as pessoas desejam um conforto maior nas suas casas o CLP também passou a ser utilizado na automação de edifícios e residências, realizando automaticamente algumas tarefas que eram feitas pelas pessoas (ex: acender lâmpadas em um determinado horário, sistema de alarme, controle de luminosidade, etc.).





Nesta aula vimos...

- O que é, como surgiu e onde são aplicados os CLPS

Na próxima aula

Vamos entender melhor sobre a linguagem de programação do CLP. Siga em frente!



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

8 | LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DO CLP



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Agora vamos entender mais a fundo a linguagem de programação de um CLP.

Preste atenção!



Vantagens CLP X LÓGICA DE RELÉS



Maior flexibilidade e possibilidade de reutilização



Maior confiabilidade

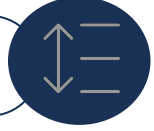


Menor custo para circuitos complexos



Menor consumo de energia elétrica

Menor espaço ocupado



Baixo nível de ruído e inexistência de faísca



Facilidade de interligação com outros sistemas



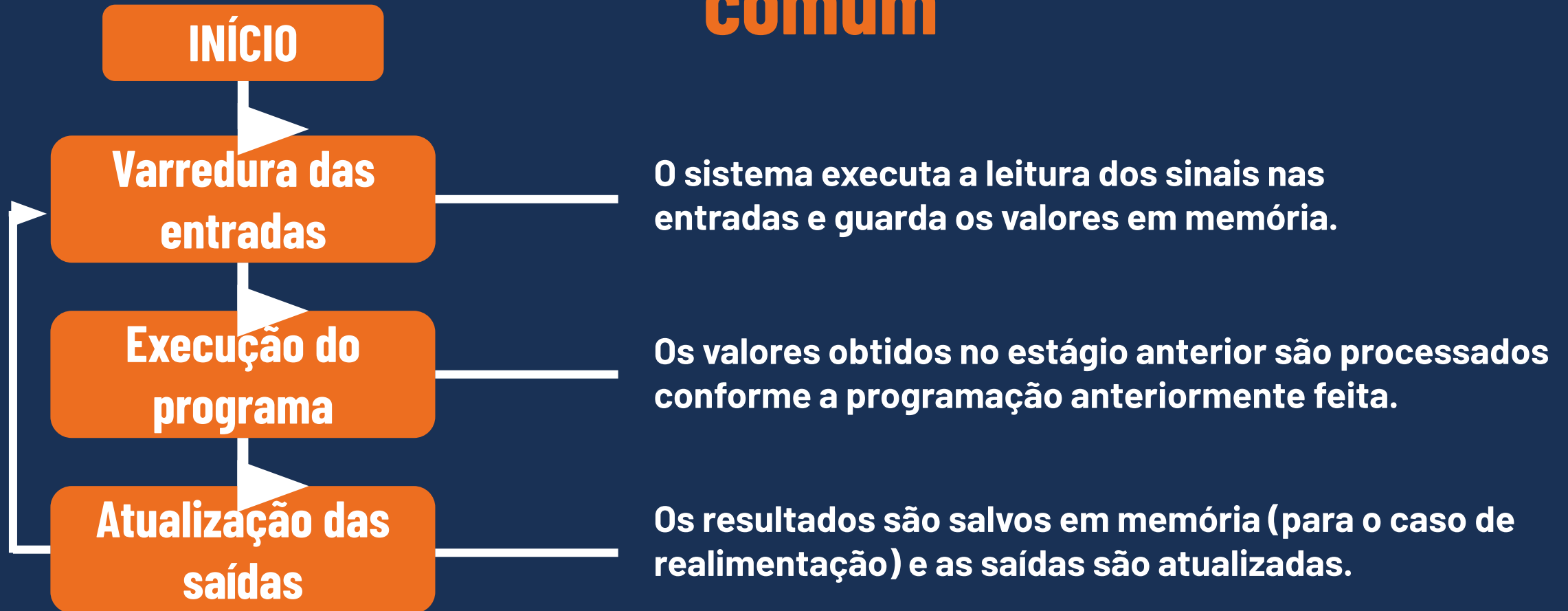
Facilidade de configuração e programação



Funções adicionais: contadores, temporizadores etc



Princípio de funcionamento de um CLP comum



Linguagem



A linguagem mais difundida até agora tem sido o **diagrama de contatos** (LADDER), devido à semelhança com os esquemas elétricos usados para o comando convencional e a **facilidade** de visualização nas telas de vídeo dos programadores.

As funções aplicadas aos **processadores de palavra** (byte processor) são baseadas na mesma filosofia, porém as operações são de uma **gama mais variada**.

Em um diagrama LADDER simples, podemos encontrar três tipos de elementos básicos

- 1. Contato:** É o elemento que representa o sensor, ou seja, a entrada de sinal no bloco de controle lógico. Pode ser uma chave, um sensor reflexivo, um final de curso ou até mesmo o contato de algum relé auxiliar.
- 2. Bobina:** É o elemento atuador, ou seja, o elemento acionado ou desligado pelo bloco de controle lógico. Pode ser uma contactora, um motor, uma lâmpada, um atuador auditivo, etc...
- 3. Memória ou relé interno:** É a representação do estado de um contato ou bobina em memória, sem conexão direta com elementos externos.



Nesta aula vimos...

- Linguagem de programação do CLP.

Na próxima aula

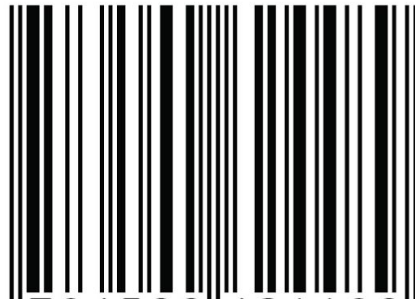
Vamos entender como fazer uma partida direta usando o CLP.



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

ISBN: 978-65-00-62448-9

CBL



9 786500 624489

Cadastro Nacional CBL - Câmara Brasileira do Livro

 **ENGEHALL**
Elétrica