

COMANDOS ELÉTRICOS.

Comandos Elétricos. Dentro das aplicações da eletricidade de potência, **Comandos Elétricos (COEL)** no setor industrial é sem sombra de dúvidas o mais importante, sobretudo porque **representa a maior parcela da transformação da energia elétrica em outros tipos de energia.**

Desta forma, a indústria é o palco das atividades exercidas pela maioria dos profissionais da área elétrica, seja na forma de projetos de comandos elétricos, instalação de acessórios e equipamentos, ou mesmo de projetos de automação industrial.

Dentro desta área de conhecimento situa-se o seguimento de **COEL** que representa técnicas e métodos que são empregados para controlar/manipular acionamentos de máquinas e equipamentos. Os **COEL's** são compostos, em sua grande maioria, por circuito de força, onde podemos encontrar as cargas (ex.: Motores elétricos trifásicos) e circuito de comando que contempla as lógicas de acionamento de dispositivos de manobra e proteção (Ex.: Botoneiras, sinaleiros, etc...).

Motor Elétricos Trifásico

Como funciona o motor elétrico trifásico CA?

São os mais utilizados porque na maioria dos casos a distribuição de energia elétrica é feita em corrente alternada (CA) e também em função de simplicidade, robustez e baixo custo, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas encontradas, este tipo de motor é largamente encontrado na indústria.

É possível controlarmos a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência

Possui velocidade constante podendo variar em função de alguns fatores como cargas aplicadas a seu eixo. Seu princípio de funcionamento é baseado no campo magnético girante, que surge quando um sistema de correntes alternada trifásico é aplicado em polos defasados fisicamente de 120°.

Dessa forma, surge através desta defasagem um campo magnético em cada conjunto de bobinas do motor, estes campos magnéticos gerados formam o que chamamos de Campo Magnético Girante. Veja a animação abaixo:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=72&v=2mMx1AsNyJo

motor de indução -funcionamento

https://www.youtube.com/watch?v=tinXAu5N_2c

Velocidade do motor elétrico trifásico – comandos elétricos

Os motores elétricos trifásicos de corrente alternada são os mais utilizados porque na maioria dos casos a distribuição de energia elétrica é feita em corrente alternada (**Leia nosso artigo sobre fechamento de motores elétricos | [Motor 6 pontas trifásico Clique Aqui](#)**) e também em função de simplicidade, robustez e baixo custo, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas encontradas, este tipo de motor é largamente encontrado na indústria. Possui velocidade constante podendo variar em função de alguns fatores como cargas aplicadas a seu eixo.

Seu princípio de funcionamento é baseado no campo magnético girante, que surge quando um sistema de correntes alternada trifásico é aplicado em polos defasados fisicamente de 120°. Dessa forma, surge através desta defasagem um campo magnético em cada conjunto de bobinas do motor, estes campos magnéticos gerados formam o que chamamos de Campo Magnético Girante. Veja a animação abaixo:

Você sabia que é possível controlarmos a velocidade dos motores de indução trifásicos, do tipo gaiola de esquilo, com o auxílio de [inversores de frequência](#)?

Velocidade motor elétrico trifásico

Velocidade Síncrona

O Motor de indução funciona normalmente com velocidade constante proporcionada pelo campo magnético girante, logo a velocidade do campo é chamada de velocidade síncrona, e é em função de, basicamente, dois fatores, são eles:

1. Polos Magnéticos gerados em função de sua construção física
2. Frequência da rede elétrica a qual está instalado

Portanto, dizemos que: A velocidade do motor elétrico de indução é diretamente proporcional a frequência e inversamente proporcional a quantidade de pólos magnéticos

Sendo assim podemos definir a seguinte equação

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

Onde:

N_s = Velocidade síncrona em RPM

f = Frequência em Hz

p = Números de polos

Veja um exemplo

Um motor elétrico trifásico possui as seguintes especificações:

- Tensão: 220VCA – 3Ø – 60Hz
- Polos Magnéticos: 4 Polos

Aplicando os valores à fórmula:

$$N_s = 120f / p \rightarrow 120 \times 60 / 4 = 1800 \text{ RPM}$$

Escorregamento

Alguns fatores fazem com que a velocidade real no eixo do motor deixe de ser exatamente a velocidade do campo magnético girante, por exemplo, esta velocidade varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada a seu eixo, etc...

Por natureza, o motor elétrico trifásico possui uma diferença entre a velocidade do campo magnético girante (N_s) e a velocidade real em seu rotor (N) este fato se dá em função de um fenômeno chamado escorregamento e é fornecido pelo fabricante do motor podendo variar de motor para motor.

Na maioria das vezes este fenômeno é descrito pelo fabricante em porcentagem (%). Temos a seguinte fórmula para representar o escorregamento do motor elétrico trifásico:

$$S = (N_s - N) / N_s \times 100$$

Onde:

S = Escorregamento em %

N_s = Velocidade Síncrona em RPM }

N = Velocidade no Rotor em RPM

Vejam os a seguir um exemplo de cálculo de escorregamento:

1. Motor elétrico trifásico 220VCA
2. Velocidade síncrona: 1800 RPM (4 polos – 60Hz)
3. Velocidade medida no rotor: 1760 RPM

Calcular o escorregamento em porcentagem e RPM

$$S = (1800 - 1760) / 1800 \times 100 = 2,22\%$$

Sendo que 2,2% da velocidade síncrona representa 40 RPM:

$$S = 1800 \times 0,022 = 40 \text{ RPM}$$

Sendo assim a velocidade real no eixo do motor elétrico será a diferença entre a velocidade síncrona e o escorregamento. Esta recebe o nome de Velocidade Nominal

A fórmula fica assim:

$$N = N_s - S$$

Onde:

N = Velocidade Nominal RPM

N_s = Velocidade Síncrona em RPM

S = Escorregamento em RPM

Fechamento de motor elétrico trifásico de 6 pontas

motor de seis terminais ou popularmente conhecido como motor 6 pontas elétrico é um motor trifásico de corrente alternada esta máquina elétrica mais popular na aplicação industrial é sem sombra de dúvidas um excelente conversor de energia elétrica em mecânica. Seu surgimento se deu nas mãos de [Nicola Tesla](#) e o avanço tecnológico nos permite possuir hoje motores elétricos para todas as aplicações e seguimentos industriais ([conheça o motor Wmagnet](#) neste artigo publicado aqui na Sala da Elétrica, [Clique Aqui](#)).

Partindo da premissa que você conhece o motor elétrico trifásico de indução trataremos neste artigo sobre os tipos de fechamentos dos enrolamentos de motores elétricos trifásicos com seis terminais (motor 6 pontas).

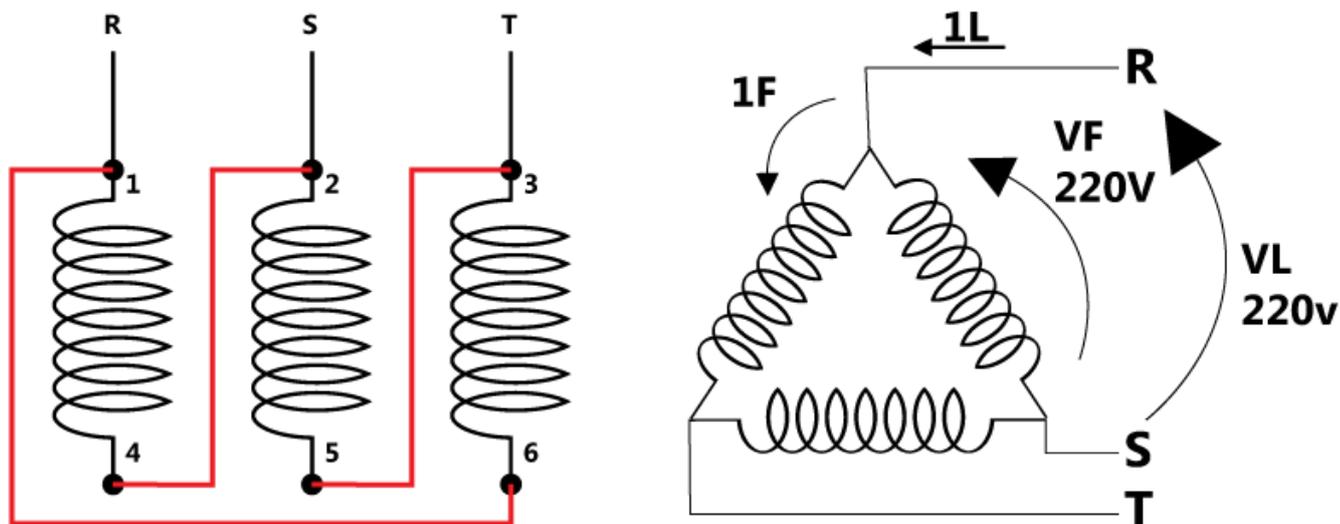
Lembre-se que o motor fornece a opção de seis terminais para permitir a alimentação através de dois níveis distintos, por exemplo 220V e 380V. Temos portanto dois tipos de fechamentos para este tipo de motores, são eles:

1. Fechamento em Triângulo
2. Fechamento em Estrela

Fechamento em Triângulo (Motor 6 Pontas)

Na maioria dos casos os motores possuem 6 pontas de cabos em sua caixa de ligação . O fechamento em triângulo proporciona o fechamento na menor tensão suportada, por exemplo: um motor que suporte 380V e 220V o fechamento em triângulo será para a tensão de 220V.

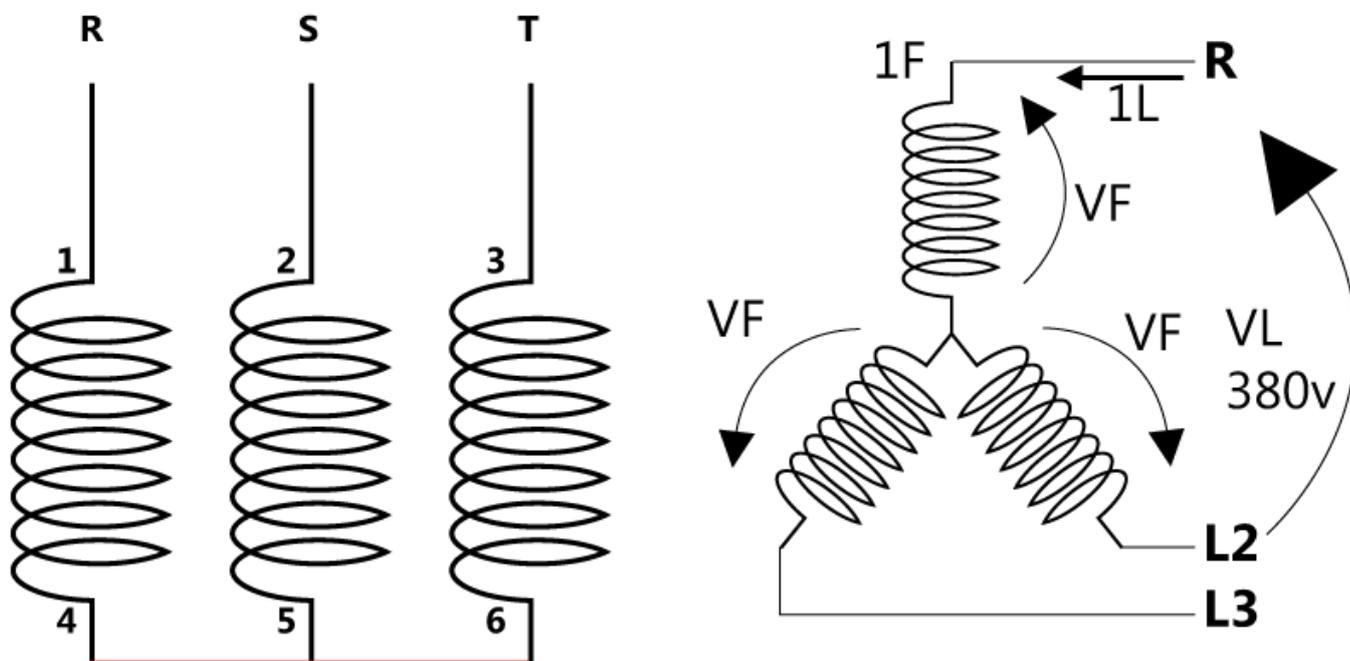
Será possível entender na ilustração abaixo como realizar o fechamento em triângulo do motor elétrico trifásico, observe que os terminais 1-6, 2-4 e 3-5 são interligados entre si e estas pontas são interligadas com a rede de alimentação trifásica.



Fechamento em Estrela (Motor 6 Pontas)

Bom, como vimos, a maioria dos motores apresentam pontas 6 e para podermos ligá-lo ao maior nível de tensão disponível devemos fecha-lo em estrela.

Este fechamento é basicamente o mais simples de ser desenvolvido, observe que o fechamento se dá com a realização do curto circuito dos terminais 4-5-6 e realiza-se a alimentação trifásica utilizando os terminais 1, 2 e 3. Veja a seguir uma ilustração deste fechamento.



Fechamento de Motor Elétrico 12 Pontas – comandos elétricos

Trataremos neste artigo do motor 12 pontas, mas antes: Você deve saber que existem diversas maneiras de interligar um motor a rede elétrica, certo? O motor elétrico trifásico de seis terminais (Aconselho que leia o artigo [motor de seis terminais](#) para entender | [Clique Aqui](#)) possibilita que realizemos a alimentação através de, no máximo dois níveis de tensão.

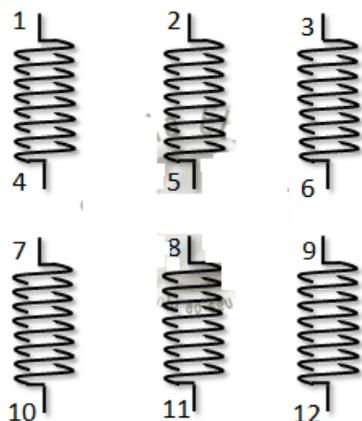
Neste artigo abordaremos o motor de doze terminais (motor 12 pontas) que permite que sua alimentação seja realizada com até quatro níveis de tensão. Isso tudo depende é claro da maneira com a qual iremos realizar a interligação de seus terminais na caixa de ligação, ou seja, depende da forma como será realizado seu fechamento das bobinas, sendo assim tentaremos entender ao longo

desta matéria quais os níveis de tensão, quais os fechamentos existentes e como construir estes fechamentos.

Dentre os tipos de motores elétricos disponíveis no mercado o motor 12 pontas se destaca pela sua aplicabilidade. Este tipo de motor disponibiliza doze terminais de interligação que faz com que possamos alimentá-lo com até quatro níveis diferentes de tensão elétrica comercialmente distribuídas pelas concessionárias de energia, por exemplo:

- 200v
- 380v
- 440v
- 760v

Tipos de Fechamentos motor 12 pontas



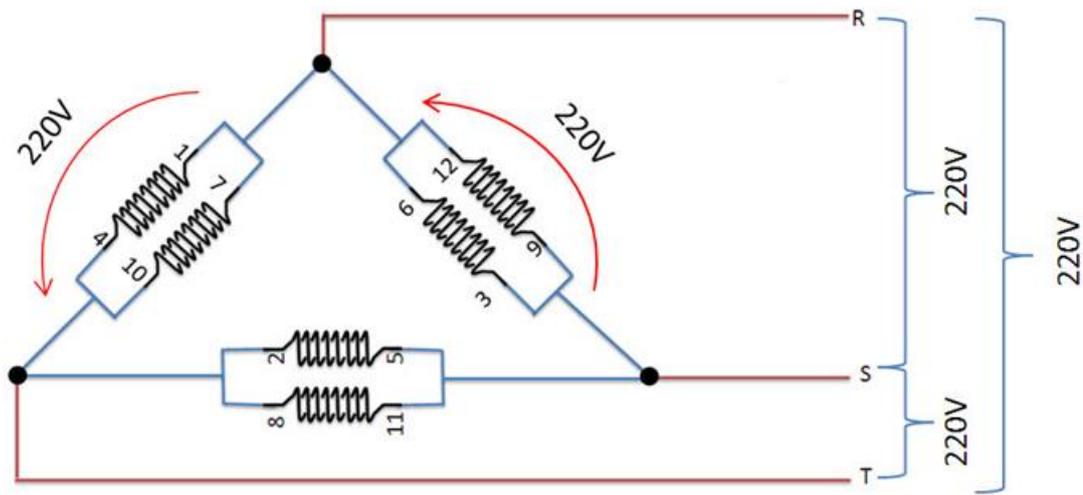
Estes doze terminais de interligação referem-se a seis conjuntos de bobinas que constituem o motor elétrico e é importante observar que independente do fechamento que o motor receba, cada uma das bobinas receberá sempre 220V e por isso não acontecerá a queima do motor em função do acréscimo da tensão elétrica de alimentação.

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

- Duplo Triângulo (220V)
- Duplo Estrela (380V)
- Triângulo (440V)
- Estrela (760V)

Fechamento Duplo Triângulo

Este tipo de fechamento fará com que seja possível a conexão motor na menor tensão suportada por ele, em nosso exemplo 220V. Partindo do pressuposto que independente da tensão de alimentação, o motor 12 pontas sempre receberá em seus enrolamentos o mesmo nível de tensão e que em nosso exemplo, cada bobina permanecerá com 220V, temos abaixo o esquema elétrico de um fechamento para a tensão de 220V que por sinal é a menor tensão que este motor suporta:



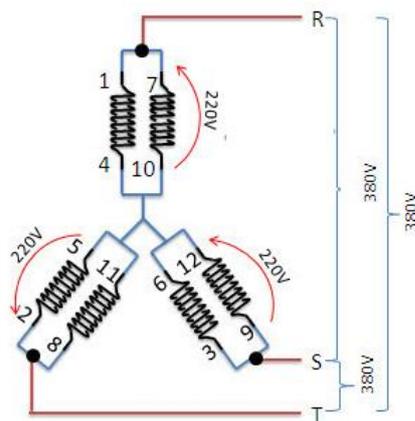
Obs.:

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

Fechamento Duplo Estrela

Neste fechamento temos as bobinas do motor assumindo um fechamento que proporcionará uma divisão da tensão elétrica da rede de alimentação e considerando a tensão elétrica nominal de cada enrolamento como sendo de 220V teremos que para o fechamento a seguir a disposição das bobinas do motor está apto a receber uma alimentação com uma tensão elétrica de 380V.

Por se tratar do mesmo motor, temos que levar em consideração que cada bobina do 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 seu enrolamentos, observe:



Obs.:

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:

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

Este tipo de fechamento “comporta-se” como um circuito em série, logo, existe a divisão de tensão entre os conjuntos de bobinas associados.

Fechamento Triângulo

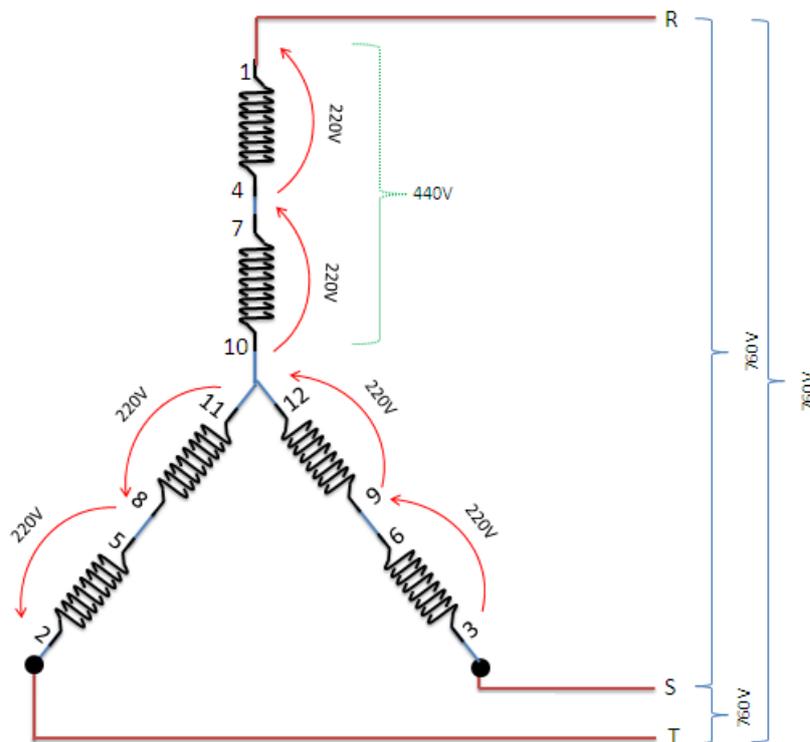
Quando a necessidade é interligar o motor a uma tensão de 440V, então realizamos o fechamento triângulo. Levando em consideração as características apresentadas anteriormente, permitiremos através deste fechamento que cada um dos enrolamentos receba o mesmo nível de tensão dos fechamentos duplo estrela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

Obs.:

No fechamento em triângulo 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 Estrela

Quando há necessidade de interligar o motor 12 pontas em um nível elevado de tensão, neste nosso exemplo 760V, fazemos o uso do fechamento estrela para o motor 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 duplo estrela e duplo triângulo, ou seja, 220V.]

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:

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

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

Acionamento e Controle – comandos elétricos

Em comandos elétricos caracterizamos como dispositivos de acionamento e controle os componentes que auxiliam na composição das lógicas de acionamento do circuito que chamamos de “Circuito de Comando”.

Chave auxiliar tipo Botoeiras – comandos elétricos

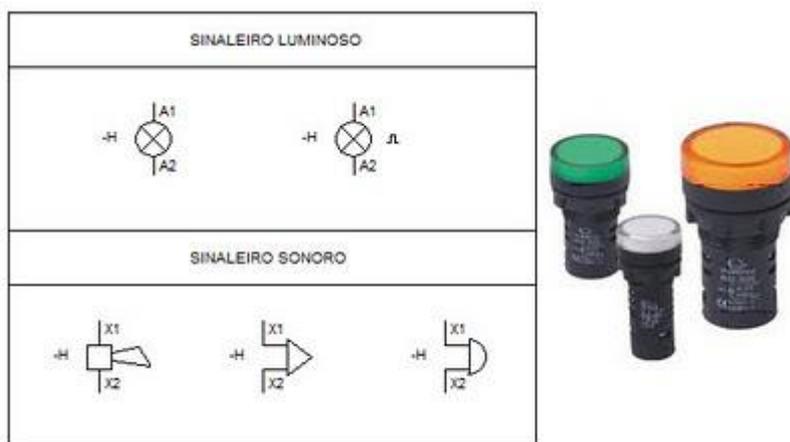
As chaves auxiliares, ou botões de comando, são chaves de comando manual que interrompem ou estabelecem um circuito de comando por meio de pulsos. Podem ser montadas em painéis ou em sobreposição. Abaixo é possível observar uma botoeira e seu respectivo símbolo.

Tipos de Botoeiras

Podemos encontrar os mais diversos tipos de botoeiras, podendo ser classificadas como botoeira de pulso, botoeira com trava (ou retentiva) tipo cogumelo para aplicações em botões de emergência, etc...

Sinalizadores luminosos ou sonoros – comandos elétricos

Em comandos elétricos sinalização é a forma visual ou sonora de se chamar a atenção do operador Para uma situação Determinada em um circuito, máquina ou conjunto de máquinas. Ela é realizada por meio de buzinas e campainhas ou por Sinalizadores luminosos com cores determinadas por normas.



A utilização de sinalizadores luminosos em comandos elétricos baseiam-se em aplicações específicas, estas aplicações são baseadas em cores que representam cada situação. Observem abaixo na tabela a seguir, as cores que determinam um Utilização dos Sinalizadores luminosos e suas respectivas aplicações:

Cor	Condição de Operação	Exemplos de Aplicação
Vermelho	Condição anormal	Indicação de que a máquina está paralisada por atuação de um dispositivo de proteção.

Aviso para a paralisação da máquina devido a sobrecarga, por exemplo.		
Amarelo	Atenção ou cuidado	O valor de uma grandeza (corrente, temperatura) aproxima-se de seu valor limite.
Verde	Máquina pronta para operar	Partida normal: Todos os dispositivos auxiliares funcionam e estão prontos para operar. A pressão hidráulica ou a tensão estão nos valores especificados. O ciclo de operação está concluído e a máquina está pronta para operar novamente.
Branco (Incolor)	Circuitos sob tensão em operação normal	<p>Circuitos sob tensão: Chave principal na posição LIGA. Escolha de velocidade ou do sentido de rotação.</p> <p>Acionamentos individuais e dispositivos auxiliares estão operando.</p> <p>Máquinas em movimento</p>
Azul		
Todas as funções para as quais não se aplicam a cores acima.		

Contatores – comandos elétricos

Em comandos elétricos contatores são dispositivos de manobra mecânica acionados eletromagneticamente, construídos para uma elevada frequência de operação (manobras). De acordo com uma potência (carga).

Tipos de contatores

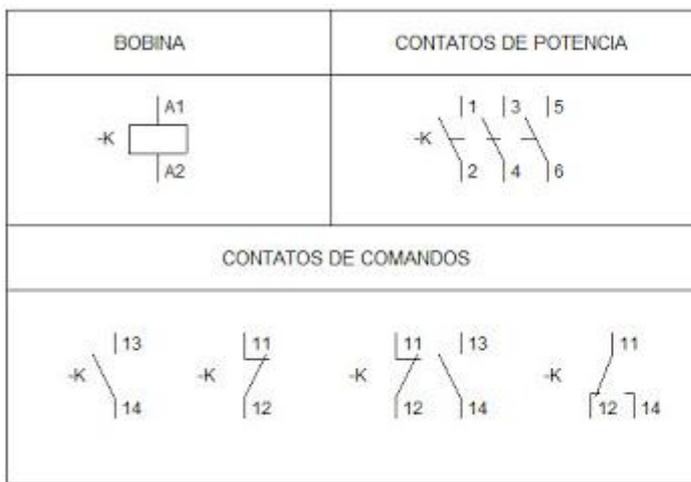
Basicamente, existem dois tipos de contatores:

- Contatores para motores (de potência);
- Contatores auxiliares.

Esses dois tipos de contatores são semelhantes. O que os diferencia são algumas características mecânicas e elétricas, assim, os contatores para motores caracterizam-se por apresentar:

- Dois tipos de contatos com capacidade de carga diferentes Chamados principais e auxiliares;
- Maior robustez de construção;
- Possibilidade de receberem relés de proteção;
- Câmara de extinção de arco Voltaico;
- Variação de potência da bobina do eletroímã DE ACORDO COM O tipo do contator,
- Tamanho físico de acordo com uma potência um ser comandada;
- Possibilidade de ter uma bobina do secundário com eletroímã.

Veja a seguir a representação dos contatores de potência:



Os contadores auxiliares são usados para:

- Aumentar o número de contatos auxiliares dos contadores de motores,
- Comandar contadores de elevado consumo na bobina,
- Evitar repique,
- Para sinalização.

Esses contadores Apresentar caracterizam-se por:

- Tamanho físico variável conforme o número de contatos;
- Potência do eletroímã praticamente constante;
- Corrente nominal de carga máxima de 10 A para todos os contatos;
- Ausência de necessidade de relê de proteção e de câmara de extinção.

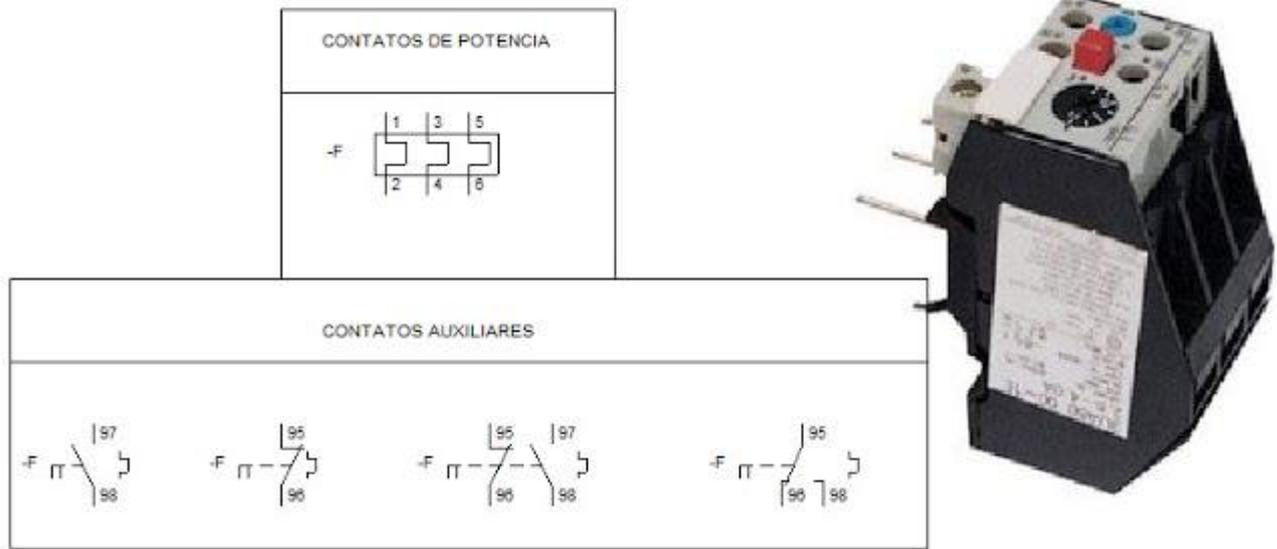
A seguir a representação do contator auxiliar:



Relé Térmico – comandos elétricos

Esse tipo de relê, atua como dispositivo de proteção, controle ou comando do circuito elétrico, atua por efeito térmico provocado pela corrente elétrica. O elemento básico dos reles térmicos é o Bimetálicos. O bimetal é um conjunto formado por duas lâminas de metais diferentes Ferro (normalmente e níquel), sobrepostas e soldadas, estes dois metais de coeficientes de dilatação diferentes, formam um par metálico.

Por causa da diferença de coeficiente de dilatação, se o par metálico submetido a uma temperatura elevada, um dos metais irá se dilatar mais que o outro, por estarem unidos fortemente, o metal de menor coeficiente de dilatação provoca o encurvamento do conjunto para o seu lado, afastando o conjunto de um determinado ponto. Causando assim o desarme do mesmo.



Partida Direta de Motor Elétrico Trifásico – comandos elétricos

A tradicional partida direta de [motores elétricos trifásicos](#) pode ser considerada como recurso ideal quando deseja-se usufruir do desempenho máximo nominais de um motor elétrico trifásico, como por exemplo o torque de partida (uma das principais características do motor elétrico). No entanto, este sistema de partida é recomendado para motores que possuam no máximo 7,5/10cv de potência. A partida direta implica diretamente no desempenho do motor e principalmente na infraestrutura da rede de alimentação onde esta máquina elétrica é instalada, dependendo da aplicação é mais viável utilizarmos uma partida indireta (Leia nosso artigo sobre [partidas indiretas](#), [clique aqui](#)), podemos observar abaixo as principais características deste sistema de partida:

CARACTERÍSTICAS DA PARTIDA DIRETA DE MOTORES ELÉTRICOS TRIFÁSICOS

Prós	Contra
Conjugado Nominal na Partida	Corrente de Partida pode chegar a 8 vezes a nominal
	Dispositivos de acionamentos mais robustos
	Custo elevado de manutenção

Diagrama de Potência

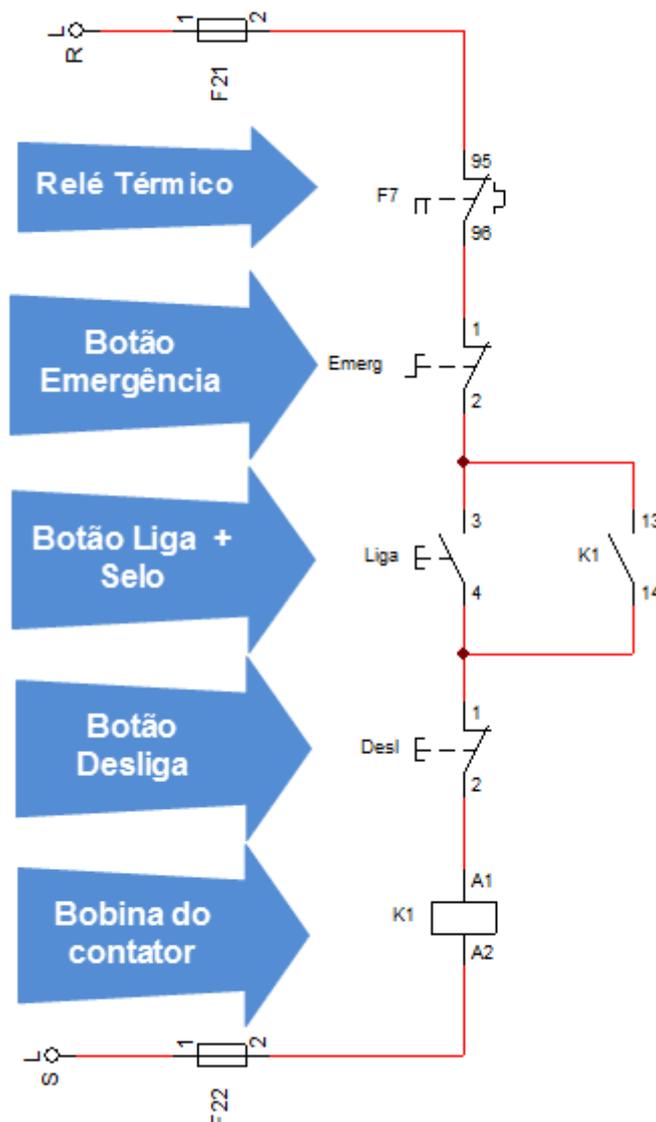
Como podemos observar, o diagrama de potência da partida direta expressa o motor elétrico como sendo a carga que será acionada e o acionamento é realizado através do componente contator.

Funcionamento do diagrama de potência

A finalidade deste diagrama de potência de uma partida direta é acionar o motor elétrico trifásico disponibilizando a ele 100% da tensão de alimentação fornecida pelo sistema trifásico de alimentação. Para isto se faz necessário que seja acionado o contator K1 para que este disponibilize a alimentação ao motor elétrico trifásico, no entanto é importante observar que os fusíveis devem estar íntegros permitindo a circulação da corrente e o relé térmico também deverá estar em seu estado normal de trabalho (não acionado). Sendo assim teremos o seguinte diagrama de comando:

Diagrama de Comando

O diagrama de comando desta partida direta representa a lógica de contatos que será responsável por acionar os componentes que serão responsáveis por comandar as cargas presentes no diagrama de potência (neste caso o motor elétrico trifásico).



Funcionamento do diagrama de Comando

Estando os contatos NF do relé térmico (F7), botão de emergência e do botão desliga em condição de normal, ou seja, fechados, pressionando o botão Liga teremos a alimentação da bobina do contator K1 que por sua vez irá fechar seus contatos de potência acionando o motor elétrico trifásico e irá realizar o também o fechamento de seus contatos auxiliares, neste caso o contato de selo que tem o objetivo de manter a bobina do contator alimentada. Somente será realizada a desenergização da bobina caso seja pressionado o botão de emergência, o botão desliga ou o contato auxiliar do relé térmico seja acionado (esta última hipótese somente ocorrerá quando houver uma falha no motor em função de sobrecarga).

Dimensionamento de Partida direta de Motores Trifásicos

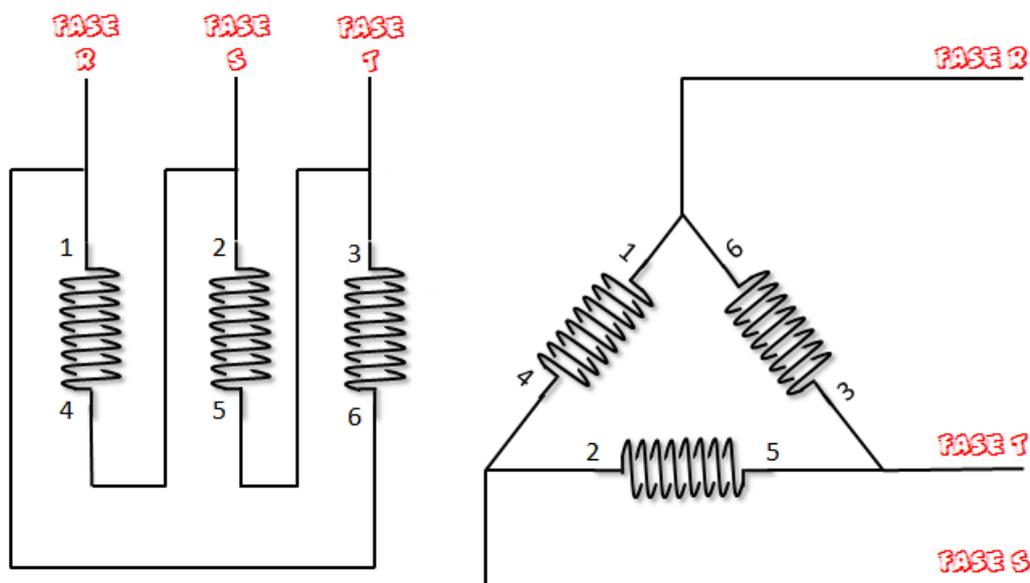
É muito provável que você conheça ou já escutou alguém falar sobre a Partida Direta de Motores Trifásicos, bom a este sistema de partida, como vimos anteriormente ([acesse aqui o post da partida direta](#)), se aplica à motores que possuam potência igual ou inferior a 10cv. Quando a partida direta é escolhida como chave de partida a ser utilizada, devemos atentarmos nos dispositivos de

acionamentos que serão empregados, como por exemplo o contator, relé térmico e etc. Caso contrário poderemos ter a redução da vida útil destes componentes. Algumas “regras” deverão ser obedecidas para a escolha destes componentes no dimensionamento partida direta. Trataremos a seguir das principais características técnicas para podermos dimensionar uma partida de motor elétrico trifásico.

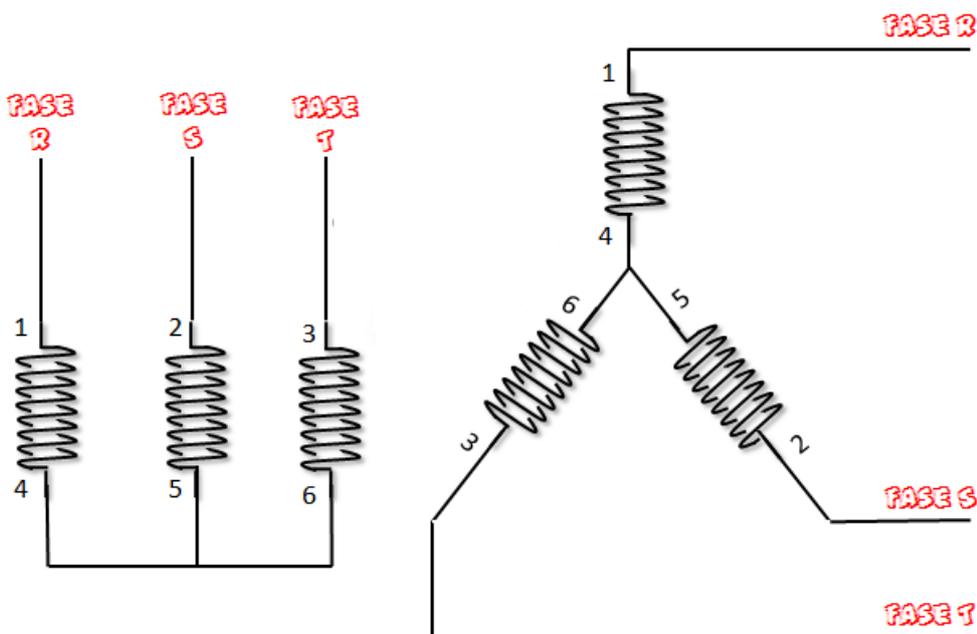
O Motor

O motor a ser considerado neste artigo será um motor tipo gaiola de esquilo e poderá receber qualquer nível de tensão elétrica, podendo portanto estar com seus terminais proporcionando um fechamento em estrela ou triângulo (isso não implica no dimensionamento) relembre abaixo os fechamentos estrela e triângulo:

Fechamento triângulo



Fechamento Estrela



Dimensionamento partida direta

Para tornar nosso aprendizado mais pático, iremos partir do pressuposto que possuímos um motor elétrico trifásico com as seguintes características:

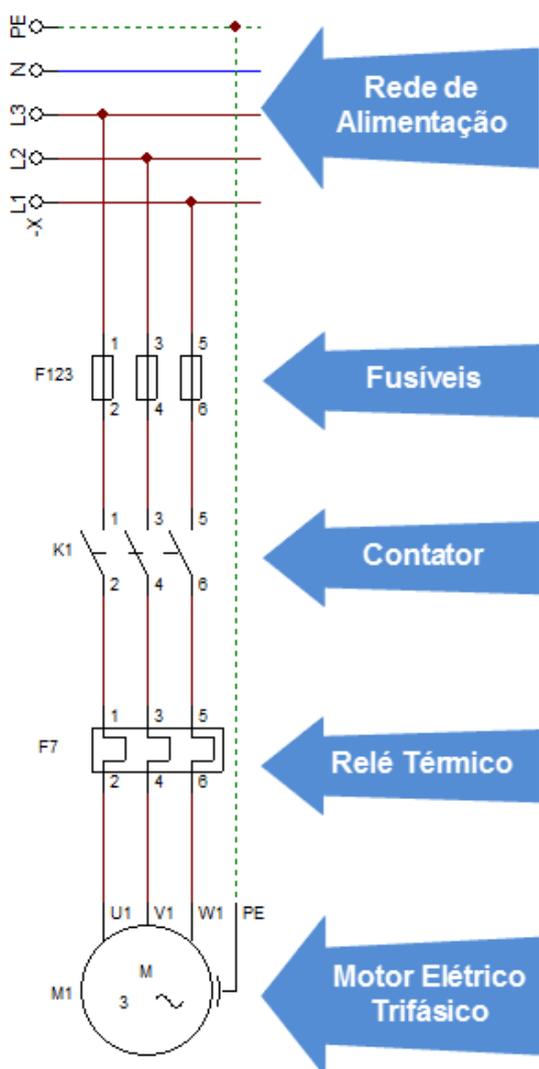
Motor elétrico trifásico de 30cv de potência, 4 polos e será energizado a uma rede de alimentação trifásica de 380Vac/60Hz. A corrente nominal informada pelo fabricante é de 44A e possui como fator de corrente de partida: $I_p/I_n=8,0$.

Este trabalha em regime normal de manobra com rotor gaiola de esquilo e desligamento em regime, por fim, possui tempo de partida de 5 segundos.



OBS: A Categoria de emprego dos componentes será AC3, pois trata-se de aplicação de motor elétrico trifásico de indução e a interrupção se efetua com o motor em regime

Composição do circuito de potência:



Roteiro de cálculos

Dimensionamento do contator K1

Considerando que o contator, neste tipo de acionamento, conduzirá 100% da corrente do motor, temos que a corrente do contator deverá ser igual ou superior a corrente nominal do motor elétrico trifásico, veja a seguir:

Fórmula

Logo teremos para nosso exemplo:

- **IE = CORRENTE NOMINAL DE EMPREGO (DO CONTATOR)**
- **IN = CORRENTE NOMINAL DE TRABALHO DO MOTOR**
- **1,15 = FATOR DE SEGURANÇA QUE DETERMINA UM ACRÉSCIMO DE 15% DO VALOR DA CORRENTE DE TRABALHO DO CONTATOR**

$I_e \geq 44 \times 1,15$
 $I_e \geq 50,6A$ corrente elétrica a ser considerada ao contator K1, chamada de corrente de emprego será de 50,6A Como podemos observar no cálculo acima.

Escolha do componente

Consultando o catálogo do fabricante do contator escolhido, determinaremos qual o modelo que atende a necessidade, veja que neste caso utilizaremos como referência o catálogo do fabricante WEG, sendo assim teremos o seguinte contator:

O contator escolhido foi o CWM65 que, utilizado na classe AC3 conforme necessidade do exercício proposto, pode ser aplicado para potências nominais de até 40cv conforme o item “**B**” acima (nossa necessidade é de 30cv). Este mesmo contator é aplicado a uma corrente de emprego máxima de 65A conforme o item “**A**” na figura anterior, nosso cálculo determinou uma corrente mínima de emprego de 50,6A.

Dimensionamento do relé térmico

O relé térmico tem a função de proteger a integridade do motor elétrico, desta forma, este deverá possuir em sua faixa de ajuste, a mesma corrente nominal do motor e também deverá ser compatível ao contator escolhido, pois caso contrário não será possível realizar sua montagem ao contator. Veja na ilustração abaixo o relé térmico escolhido...



Modelos		CWM50	CWM65 A	CWM80
Potência nominal de emprego em AC-3 ¹⁾				
220/230 VCA	(kW / cv)	15 / 20	18,5 / 25	22 / 30
380 VCA	(kW / cv)	22 / 30	30 / 40	37 / 50
400/415 VCA	(kW / cv)	22 / 30	30 / 40	37 / 50
440 VCA	(kW / cv)	30 / 40	37 / 50	45 / 60
500 VCA	(kW / cv)	30 / 40	37 / 50	45 / 60
660/690 VCA	(kW / cv)	30 / 40	37 / 50	45 / 60
Correntes nominais de emprego ($U_e \leq 440\text{ V}$)				
I_e AC-3	(A)	50	65	80
I_e AC-1	(A)	90	110	110
I_e AC-4	(A)	23	30	37
Relés de Sobrecarga (A)				
		B RW67-2D		C
				40...57 50...63 57...70 63...80

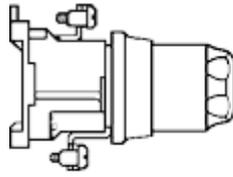
Observe que o modelo de relé térmico escolhido é o RW67-2D (**B**) que, por sua vez, é compatível com o contator selecionado anteriormente (**A**). A corrente nominal do motor fornecida pelo fabricante é de **44A** conforme mencionado no início do exercício, portanto, além de determinarmos o modelo do relé utilizado, devemos encontrar uma faixa de ajuste compatível a corrente nominal. Já que $I_n=44\text{A}$ escolhemos a faixa de ajuste de 40 a 57 (**C**).

Dimensionamento de Fusíveis

Próximo de finalizarmos este artigo, iremos agora para o último passo de nosso dimensionamento de partida direta. Serão necessárias três situações para determinarmos os fusíveis de proteção, são eles: Antes de determinarmos o fusível devemos submeter o fusível escolhido em três situações distintas que implicará na proteção do circuito como um todo.

1ª Situação

Antes de mais nada temos que reconhecer que, neste caso, o fusível terá como função, garantir a proteção do circuito de acionamento do motor e não a proteção do motor propriamente dita.



Quando tratamos de proteção do motor através de fusível devemos nos atentar que, no momento da partida, o motor possui a corrente de partida elevada, podendo chegar a 8 vezes a corrente nominal, sendo assim teremos que utilizar os fusíveis de acionamento retardado para que estes não sejam acionados no momento da partida do motor.

Em nosso exemplo o motor executa sua partida em 5 segundos, tempo este em que a corrente de partida terá seu valor acima da nominal, então determinaremos a corrente do fusível baseado nestas características bem como a corrente de partida do motor elétrico trifásico.

Determinando a corrente de partida do motor

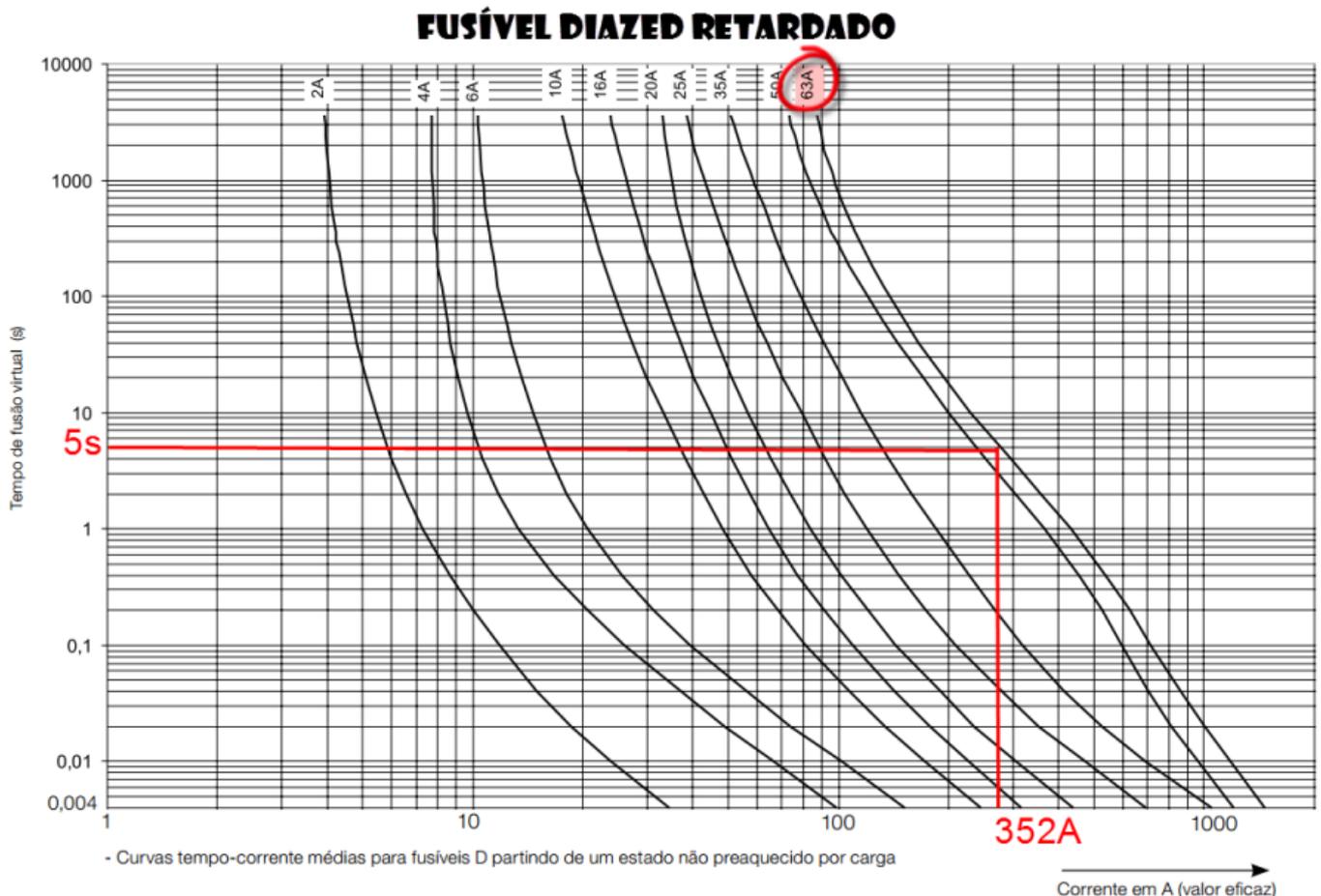
Fórmula

Logo teremos para nosso exemplo:

- $I_p = \text{CORRENTE DE PARTIDA}$ $I_p = 8 \times 44$
- $I_p/I_N = \text{FATOR MULTIPLICATIVO QUE DETERMINA } I_p$ $I_p = 352\text{A}$ corrente elétrica no momento da partida do motor será de 352A aproximadamente.
- $I_N = \text{CORRENTE NOMINAL}$

Conhecendo a corrente de partida e o tempo que o motor leva para chegar em seu valor nominal de rotação podemos determinar o valor de fusível a ser aplicado. veja na ilustração abaixo estas informações aplicadas ao gráfico do fabricante do fusível:

Observe que o fusível escolhido foi o de 63A Retardado



2ª Situação

A corrente do fusível deve ter valor superior a 20% da corrente nominal do motor elétrico a qual será aplicado. Logo, teremos a seguinte fórmula:

Fórmula

Logo teremos para nosso exemplo:

$I_f \geq 1,2 \times I_n$

• $I_p = \text{CORRENTE DE PARTIDA}$

• $I_p/I_n = \text{FATOR}$

MULTIPLICATIVO QUE

DETERMINA I_p

• $I_n = \text{CORRENTE NOMINAL}$

A CORRENTE ELÉTRICA QUE REPRESENTA A CORRENTE NOMINAL DO MOTOR ACRESCIDA DE 20% É 52,8A APROXIMADAMENTE

Portanto teremos o seguinte valor de corrente:

A corrente calculada de 52,8A é inferior a corrente determinada na 1ª situação, portanto o fusível escolhido de 63A através do gráfico atende a necessidade desta segunda situação de escolha do fusível.

3ª Situação

Nesta terceira e última situação observaremos se o fusível irá proteger os dispositivos de acionamento do motor (contator e relé térmico), para isso devemos garantir que a corrente do contato, bem como a do relé térmico seja superior a do fusível escolhido. veja:

$I_f \text{ máxima do contator} = 125A$

$I_f \leq I_{fmax} K1$

$I_f \geq 125A$

$I_f \text{ Relé Térmico} = 100A$

$I_f \geq 100A$

Conclusão:

Tendo em vista que se faz necessário, para a seletividade dos fusíveis, o atendimento dos três requisitos (situação 1, 2 e 3) podemos afirmar que o fusível escolhido de **63A** atende perfeitamente as necessidades que o circuito de partida direta exige em sua proteção.

Link:

Um link interessante para o dimensionamento de sistemas de partidas de motores:\

Instruções:

1. Selecione a opção “Partida Direta Convencional”
 2. Selecione a potência do motor elétrico trifásico
 3. Selecione a Tensão de alimentação
 4. Colete os dados fornecidos em relação ao dimensionamento
- Clique na imagem abaixo para acessar:

Selecione o tipo de Partida de Motor que deseja consultar.

Partidas Diretas

- Partida Direta Compacta com 1 Componente
- Partida Direta Compacta com 2 Componentes
- Partida Direta Combinada com 3 Componentes
- Partida Direta Convencional

Partida Estrela-Triângulo

- Partida Estrela-Triângulo

Compensadora

O que é partida indireta em comandos elétricos?

Como sabemos, o grande problema em aplicar a [partida direta](#) em motores trifásico é o elevado valor de corrente que este pode proporcionar no instante da partida em função de ter que vencer a inércia para sair do repouso. A partidas indireta de motores trifásicos é basicamente, o método utilizado para realizamos a redução desta “corrente de partida” que Interferem diretamente no dimensionamento de dispositivos elétricos e condutores responsáveis pela partida do motor elétrico trifásico.

Porque se aplica?

Um dos grandes malefícios da partida direta é o alto valor da corrente elétrica no ato da partida (ignição) do motor elétrico que gera, entre outras coisas, uma necessidade de componentes e cabos robustos na instalação, gerando assim um alto custo de implantação bem como o custo excessivo no consumo de energia elétrica no dia a dia. Então para que se possa reduzir este custo é necessário diminuir o nível desta corrente.

Como é feito?

Existem várias formas de realizar uma partida indireta e com isto conquistar a redução da corrente de partida de um motor elétrico trifásico, vejamos abaixo as principais:

- [Estrela Triângulo \(Clique aqui para conhecer\)](#);
- [Partida Compensadora \(Auto-Trafo\) \(Clique Aqui para conhecer\)](#);
- Aceleração Rotórica (Motor com rotor bobinado);
- Soft Starter.

Motor WMagnet

Existem também soluções de motores mais eficientes que prometem reduzir significamente os custos de manutenção de uma máquina e/ou processo, um exemplo típico destes motores é o Motor WMagnet da Weg que você pode conferir neste artigo que publicamos aqui na Sala da Elétrica, [Clique Aqui para saber mais](#).

Partida Estrela Triângulo de motor elétrico trifásico – comandos elétricos

Neste artigo trataremos sobre a mais usual das [Partidas Indiretas de motor elétrico trifásico](#) a ”Partida Estrela Triângulo “. Como o próprio nome já diz, este sistema realizará uma partida do motor trifásico em um fechamento estrela e após alguns segundos conduz o motor ao fechamento triângulo, vale lembrar que o intuito desta e de qualquer uma das partidas indiretas é reduzir a corrente elétrica no instante da partida (arranque) do motor elétrico trifásico. Atente-se que neste caso o motor a ser utilizado necessitará de possuir em sua caixa de ligação, no mínimo, seis

terminais de conexão pois o fechamento das bobinas será realizado com auxílio dos contatores que compõe o sistema da partida estrela triângulo.

Atenção

Antes de iniciarmos, vale lembrar que todo esforço em reduzir a corrente de partida produz um “sintoma” de diminuição do torque no motor, logo, por mais que aparente ser simples, a partida estrela triângulo deve ser aplicada corretamente em casos já previamente estudado para que não ocorra problemas no start-up do projeto.

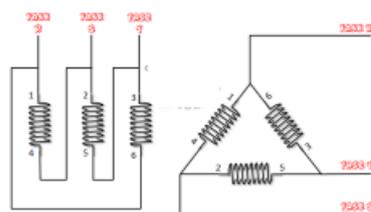
Características

Como toda e qualquer partida indireta, a **Partida Estrela Triângulo** proporciona a redução da corrente elétrica do motor elétrico trifásico fazendo uso da estrutura física dos enrolamentos (Bobinas) do motor, ou seja, realiza a partida em dois estágios, para isto o motor deve possuir no mínimo seis terminais em sua caixa de ligação, isto significa que este motor possibilitará seu fechamento para receber até dois níveis de tensão (Normalmente 220V e 380V).

Condição de alimentação elétrica

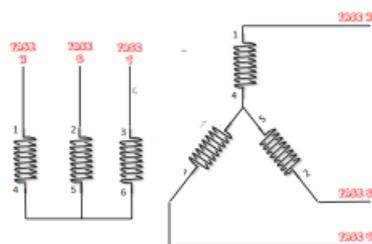
Sendo assim, o motor que utilizaremos dependerá da possibilidade de receber, no mínimo, dois tipos de fechamento de suas bobinas, o fechamento em estrela ou triângulo. Desta forma, observe nas ilustrações a seguir o esquema elétrico que representa estes dois fechamentos em um motor de seis terminais, logo, três conjuntos de bobinas:

FECHAMENTO TRIÂNGULO



O Fechamento Triângulo tem por definição permitir com que o motor receba o **menor nível de tensão** de alimentação para qual foi projetado, por exemplo em um motor com tensão de alimentação 220/380V o fechamento triângulo permitirá a inserção da tensão **220V**

FECHAMENTO ESTRELA



O Fechamento Estrela tem por definição permitir com que o motor receba o **maior nível de tensão** de alimentação para qual foi projetado, por exemplo em um motor com tensão de alimentação 220/380V o fechamento triângulo permitirá a inserção da tensão **380V**.

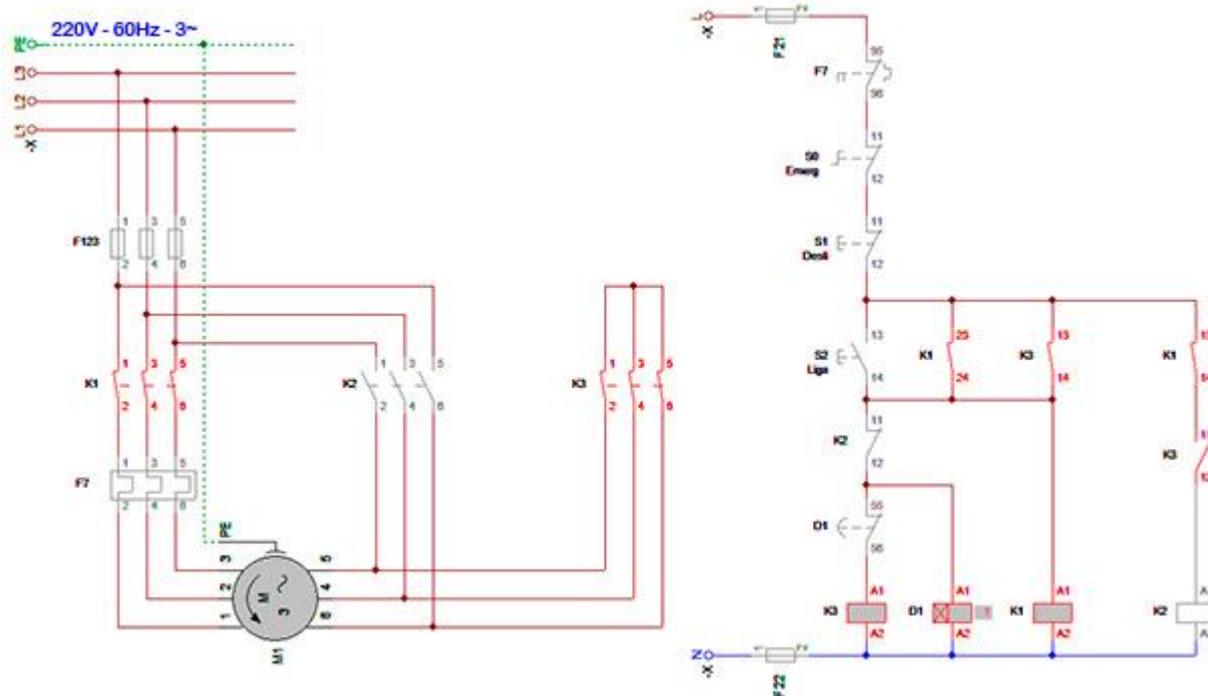
Funcionamento

Não existe mágica, para alcançar o objetivo principal (redução da corrente elétrica) existem somente duas possibilidades, a redução da tensão elétrica ou a redução da resistência elétrica da estrutura física dos enrolamentos do motor (esta ultima é impossível para o motor do tipo gaiola de esquilo). Sendo assim, para reduzir a corrente de partida, a partida estrela triângulo faz o seguinte:

Conceito:

1º Estágio...

Inicialmente o motor recebe a alimentação de 220V da rede de alimentação em seus terminais que neste momento está na configuração fechamento estrela proporcionado através do acionamento dos contatores K1 e K3 conforme a ilustração abaixo:



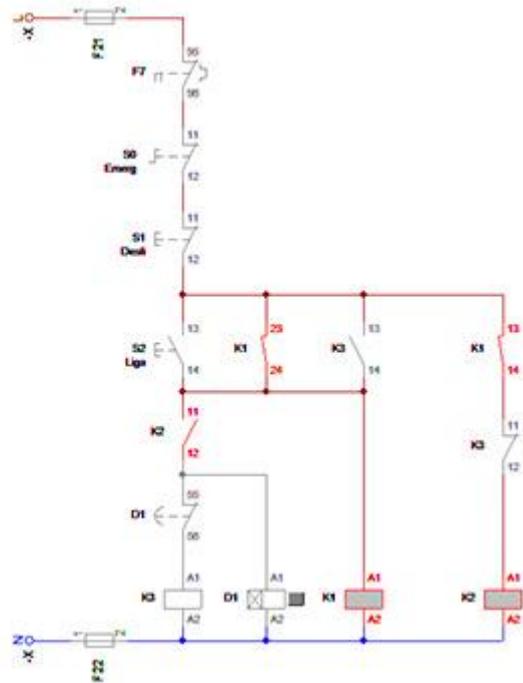
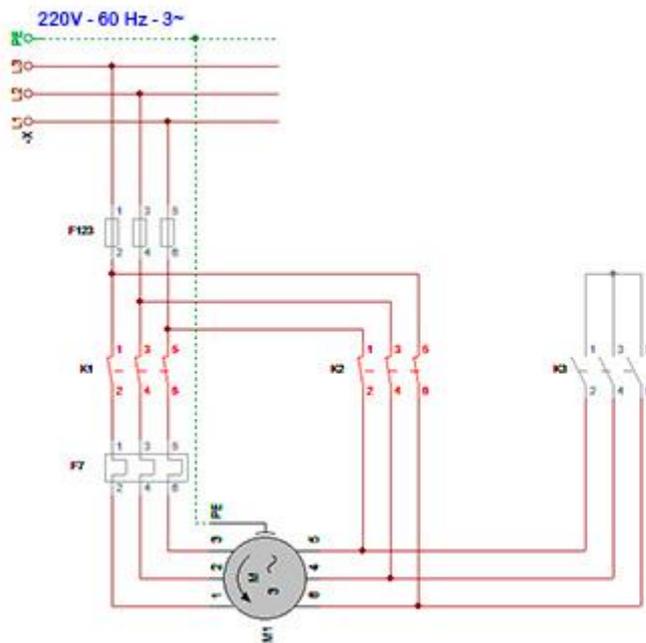
Como dito anteriormente, a tensão inserida no motor neste instante é de 220V, no entanto sabemos que este fechamento existe para que seja possível a inserção do nível de tensão de 380V, assim, a tensão elétrica é dividida internamente em suas bobinas resultando em uma tensão de 127V (e deveria, teoricamente, ser de 220V). Ocorre então a redução da tensão elétrica no momento da partida do motor reduzindo posteriormente a corrente elétrica de partida (I_p).

Importante

Com a diminuição da tensão e respectivamente a redução da corrente de partida teremos inevitavelmente a redução do torque do motor. Podemos afirmar que a corrente de partida será reduzida para 1/3 da corrente nominal, logo, se a corrente de partida do motor for de 100A, com esta opção de partida em estrela triângulo teremos uma corrente de 33A e respectivamente a redução de torque é na mesma proporção, ou seja, diminui para 1/3 do torque nominal.

2º Estágio...

O motor não pode permanecer longos períodos funcionando com tensão reduzida e fechado em estrela, por isto, após alguns segundos (estabelecido pelo fabricante do motor) a partida deve assumir o fechamento triângulo permitindo ao motor elétrico que receba tensão elétrica nominal de 220V em cada uma de suas bobinas. Portanto, na partida estrela triângulo, após a partida do motor, teremos o fechamento triângulo sendo executado pelos contatores K1 e K2, observe a ilustração:



Com isto temos a partida de motor elétrico trifásico através da Partida Indireta Estrela Triângulo.

Arquivos

Fala o download do diagrama para o CADe SIMU no link abaixo:

[Download](#)

Dimensionamento de partida Estrela Triângulo – comandos elétricos

Se você é um profissional ou estudante da área de eletricidade já ouviu falar em [partida estrela triângulo](#) que é um dos modelo de partida indireta mais utilizados no emprego de motores elétricos trifásicos. Bastante solicitado também em [testes para eletricista](#), há quem diga que um bom eletricista é obrigado a conhecer muito bem a partida estrela triângulo. Conheça um pouco mais da partida estrela-triângulo neste artigo que publicamos a algum tempo atrás | [Clique aqui para acessar a matéria](#).

Neste artigo iremos abordar as técnicas empregadas para realizar o dimensionamento do sistema de partida Estrela Triângulo de maneira que seja consideradas todas as características técnicas e nominais dos componentes a serem empregados neste sistema.

Funcionamento da partida estrela triângulo

Antes de iniciarmos com o dimensionamento temos que entender como se dá o funcionamento deste sistema de partida que é ainda hoje bastante encontrada nas indústrias no acionamento de diversos tipos de cargas, principalmente compressores de ar. Observe o vídeo abaixo pra relembrar o funcionamento da partida Estrela Triângulo:

Introdução

Após entendermos o funcionamento da partida estrela triângulo, vamos aprender seu dimensionamento. Diferente da partida direta, a partida estrela triângulo será dimensionada tomando como referência as características individuais de cada componente do circuito separadamente, uma vez que a corrente que circula em cada componente do circuito é diferente uma da outra.

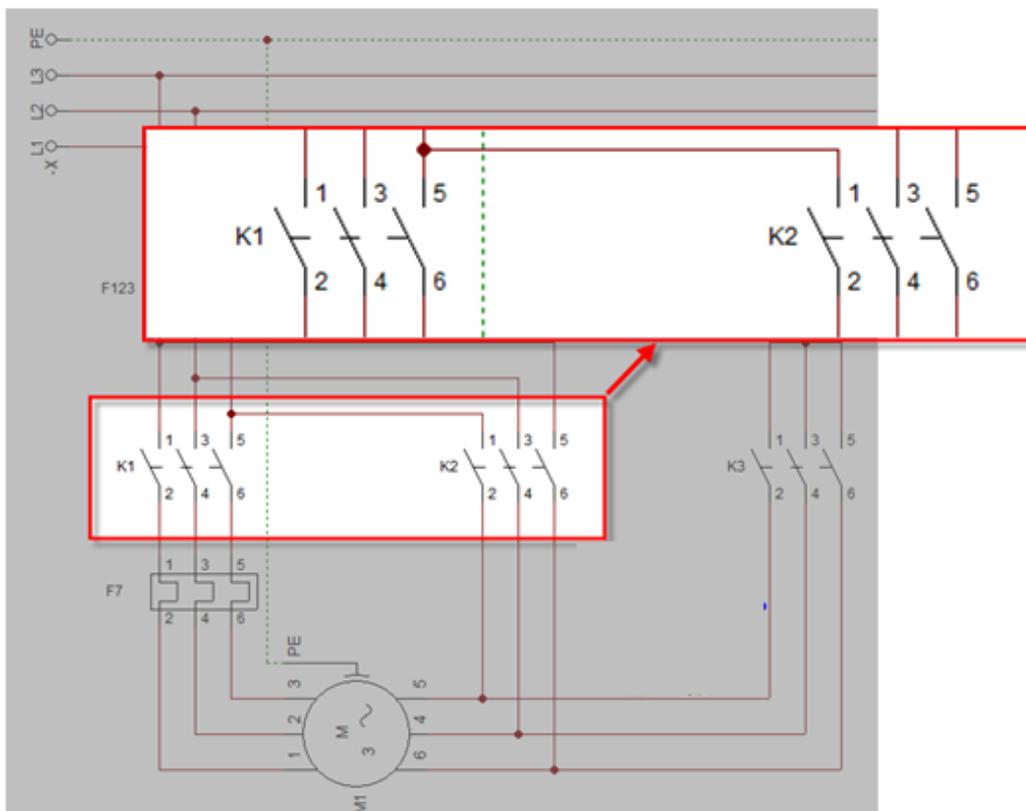
Dimensionamentos dos contatores K1 e K2

Para melhor exemplificarmos nosso conteúdo abordado neste artigo, atribuiremos aos cálculos realizados o exemplo do dimensionamento da partida estrela triângulo de um motor elétrico trifásico com os seguintes dados:

Potência		Carcaça	Conjugado Nominal (kgfm)	Corrente com Rotor Bloqueado (p/n)	Conjugado de Partida Cp/Cn	Conjugado Máximo Cmáx/Cn	Momento de Inércia J (kgm ²)	Tempo máximo com rotor bloqueado (s)		Massa (kg)	Nível médio de pressão sonora (dB(A))	Fator de Serviço	220 V							
kW	HP							% de Carga					RPM	Quente	Frio	Rendimento			Fator de Potência	
			50	75	100	50	75	100												
IV polos - 1800 rpm - 60 Hz																				
3	4	100L	1,70	6,4	2,7	2,9	0,0105	8	18	30,0	54	1,15	1715	85,8	86,3	86,5	0,63	0,75	0,82	11,1
3,7	5	100L	2,08	8,0	3	3,6	0,0097	11	24	34,0	54	1,15	1735	85,0	87,0	88,0	0,59	0,72	0,80	13,7
4,5	6	112M	2,52	6,2	2,1	2,75	0,0180	18	40	42,0	56	1,15	1740	88,0	88,5	88,5	0,62	0,74	0,81	16,6
5,5	7,5	112M	3,08	6,3	2,1	2,7	0,0180	16	35	44,0	56	1,15	1740	88,4	88,1	90,0	0,58	0,72	0,78	20,2
7,5	10	132S	4,15	7,9	2	3,2	0,0489	12		65,0	58	1,15	1760	90,0	90,8	91,0	0,66	0,78	0,84	25,6

Motor.....7,5cv
 In.....20,2A
 Fator de Serviço.....1,15
 Ip/In.....6,3

Consideraremos que este motor trabalha em regime normal de manobra com rotor gaiola de esquilão e desligamento em regime, por fim, possui tempo de partida de 5 segundos.



O primeiro passo é realizar o dimensionamento dos contatores K1 e K2 que serão idênticos, pois a corrente por eles conduzida será de mesma intensidade, lembrando que estes dois trabalharão juntos no segundo estágio do sistema de partida estrela triângulo, quando o sistema assumir o fechamento triângulo. Para começarmos o dimensionamento destes contatores iremos determinar a corrente do fechamento em triângulo, ou melhor, a **“Corrente de Fase”** que representa a corrente que circula em cada uma das bobinas do motor elétrico trifásico.

Dimensionamento dos contatores K1 e K2

Para realizarmos o dimensionamento dos contatores K1 e K2 deveremos compreender que a corrente elétrica que circulará pelos contatos principais (contatos de potência) será de fundamental

importância para definirmos o tipo e modelo de contator que será utilizado. Tendo em vista que, nos casos dos contadores K1 e K2 a corrente que irá percorrer seus contatos será a corrente de fase, então podemos começar deduzindo a corrente de linha deste nosso sistema de partida, sendo assim temos:

A corrente de linha, ou seja, a corrente disponível na fonte de alimentação será exatamente o valor nominal do motor elétrico, ou seja 20,2A

$$I_L = I_n$$

Onde:

I_L = Corrente de Linha em A

I_n = Corrente Nominal em A

Portanto teremos a corrente de linha igual a corrente nominal do motor elétrico escolhido

$$I_L = I_n$$

$$I_L = 20,2A$$

Corrente de Fase...

Observando a corrente que circulará nos contadores K1 e K2 podemos notar que não é a mesma corrente nominal do motor em função da divisão ocasionada nos nós acima de K1 – Trata-se da “**Corrente de Fase**”. Devemos, portanto, determinar a corrente fase que representa a corrente que circula nos contadores K1 e K2 no segundo estágio da partida estrela triângulo, veja a imagem ao lado.

$$I_{\blacktriangle} = I_L / \sqrt{3}$$

Onde:

I_L = Corrente de Linha em A

I_{\blacktriangle} = Corrente de Fase em A

$$\sqrt{3} = x 0,58$$

Teremos então

$$I_{\blacktriangle} = I_L \times 0,58$$

$$I_{\blacktriangle} = 20,2 \times 0,58$$

$$I_{\blacktriangle} = 11,71 A$$

Dimensionamento de K1 e K2 com base na corrente de fase

Neste momento iremos determinar a corrente de emprego dos contadores K1 e K2 para que possamos escolher o melhor componente para a nossa aplicação (partida estrela triângulo), sendo que a corrente de emprego deverá ser 15% superior a corrente nominal sendo assim teremos a seguinte fórmula:

$$K1 = K2 = I_e \geq (0,58 \times I_n) \times 1,15$$

Onde:

I_e = Corrente de nominal de emprego (do Contator)
 $0,58 \times I_n$ = Corrente de Fase em A
 $1,15$ = Acréscimo de 15%

Obtemos o seguinte valor de corrente de emprego (I_e) do contator:

$$K1 = K2 = I_e \geq (0,58 \times I_n) \times 1,15$$

$$I_e = (0,58 \times 20,2) \times 1,15$$

$$I_e = 11,716 \times 1,15$$

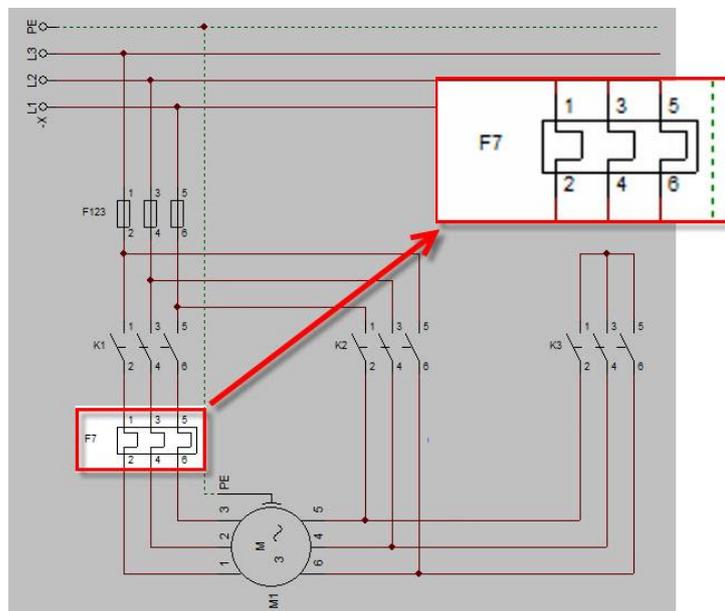
$$I_e = 13,47A$$

Conhecendo a corrente de emprego podemos definir o contator a ser utilizado, observe que as características oferecidas no exemplo definem a aplicação do motor em regime normal de manobra com rotor gaiola de esquilo e desligamento em regime, portanto o contator a ser utilizado será da **Classe AC3** como vemos na ilustração abaixo.

CWM25			
Contatos auxiliares 3 polos - 00V-1			
			
AC-3 Serviço normal de manobras de motores com rotor gaiola com desligamento em regime	I_n máx. ($U_n \leq 440V$)	(A)	25 (A)
	Potência 60 Hz %	220 V (D)	8,7 (B)
		380 V (D)	16,8
		440 V (D)	16,8
AC-4 Manobras pesadas: Acionar motores com carga plena; comando intermitente, reversão a plena marcha e paradas por contra-corrente	I_n máx. ($U_n \leq 440V$)	(A)	12
	Potência 60 Hz %	220 V (D)	4
		380 V (D)	7,5
		440 V (D)	7,5
AC-1 Manobras de cargas resistivas puras ou pouco indutivas	$I_n = I_n$ ($U_n \leq 690V$)	(A)	45
	Potência 50/60 Hz (B $\leq 55^\circ C$)	220 V (D)	17
		380 V (D)	29,5
		440 V (D)	34
Número de polos			3 polos
Fusível máximo gL / gG ¹⁾			50 (C)

O contator escolhido foi o CWM25 que, utilizado na classe AC3 conforme necessidade do exercício proposto, pode ser aplicado para potências nominais de até 8,7cv conforme o item “B” acima (nossa necessidade é de 7,5cv). Este mesmo contator é aplicado a uma corrente de emprego máxima de 25A conforme o item “A” na figura anterior, nosso cálculo determinou uma corrente mínima de emprego de 50,6A. O item “C” será utilizado no dimensionamento dos fusíveis logo a seguir.

Dimensionamento do Relé de Sobrecarga (Relé Térmico)



Observe que no sistema de partida estrela triângulo, a corrente que circula no Relé térmico **NÃO** será a corrente nominal do circuito, analisando o diagrama é possível notar que esta corrente é a corrente de fase do circuito quando fechado em triângulo, portanto ao dimensionar este dispositivo devemos considerar esta corrente parcial, senão teremos um relé térmico super dimensionado e sem função alguma no circuito.

Lembre-se que a corrente de fase, na verdade, representa a corrente elétrica que circula através de cada uma das bobinas do motor elétrico trifásico. Basta observar a imagem ao lado para notar que a corrente elétrica que circulará pelo relé térmico é, na verdade, uma parcela da corrente nominal (total) já que esta está sendo dividida nos nós existentes sobre o contator K1.

Sabendo disto podemos deduzir que a corrente deste dispositivo será determinada da seguinte maneira:

$$I_{f7} = I_n / \sqrt{3}$$

Onde:

I_{f7} = Corrente nominal do relé térmico em A

I_n = Corrente nominal em A

Sendo assim teremos uma necessidade de um relé térmico que suporte uma corrente de aproximadamente 11,6A como podemos observar abaixo...

$$I_{f7} = 20,2 / 1,73$$

$$I_{f7} = 11,66A$$

Conhecendo os relés térmicos podemos afirmar que a escolha deste dispositivo, na grande maioria das vezes está diretamente relacionada ao contator selecionado, por isso, em nosso dimensionamento foi determinado o relé de sobrecarga de modelo RW27 com faixa de ajuste entre 11 e 17 A. Veja abaixo:

RW27-1D		
		
Referência	Faixas de ajuste (A)	Fusível. máx. gL/gG ¹⁾
RW27-1D3-D125	8...125	25
RW27-1D3-U015	10...15	25
RW27-1D3-U017	11...17	40
RW27-1D3-U023	15...23	50
RW27-1D3-U032	22...32	63

O contator K3 na partida estrela triângulo, somente será utilizado pelo sistema no momento da partida do motor, ou seja, no momento em que o circuito assumir o fechamento estrela, sendo assim, a corrente que circulará neste trecho do circuito será de 33% a corrente nominal ([Leia este artigo para entender](#)).

Então o cálculo da corrente de K3 fica assim:

$$K3 = I_e \geq (0,33 \times I_n) \times 1,15$$

Onde:

I_e = Corrente de nominal de emprego (do Contator K3)

$0,33 \times I_n$ = Corrente (Estrela) em A

1,15 = Acréscimo de 15%

Isto resultará em uma necessidade de um contator que suporte uma corrente de emprego de aproximadamente 7,6A como vemos abaixo:

$$IK3 = I_e \geq (0,33 \times 20,2) \times 1,15$$

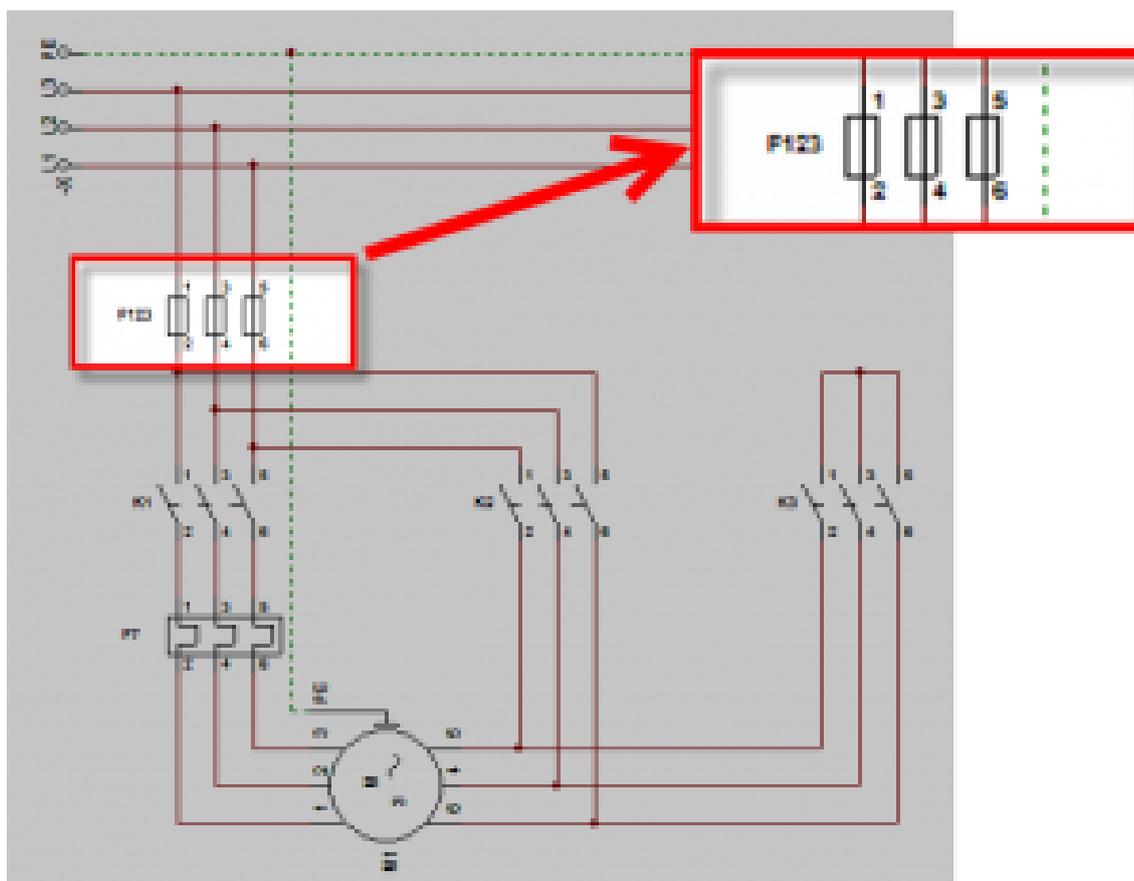
$$I_e = (6,66) \times 1,15$$

$$I_e = 7,6A$$

Em nossa escolha determinamos que o melhor contator será o CWC09:

			CWCD19	
			Contatos auxiliares (NA)	
				
AC-3 Serviço normal de manobras de motores com rotor gaiola com desligamento em regime	I_n máx. ($U_n \leq 440$ V)		(A)	9
	Potência 60 Hz 9	220 V (CV)		3
		380 V (CV)		5
		440 V (CV)		6
AC-4	I_n máx. ($U_n \leq 440$ V)		(A)	2,6
AC-1	$I_n = I_b$ ($\theta \leq 55^\circ - U_n \leq 690$ V)		(A)	20
Fusível máximo gL / gG ¹⁾			(A)	20
Peso bobina CA / CC			(kg)	0,191 /

Dimensionamento de fusíveis de proteção



Os fusíveis no sistema de partida dos motores têm a função de proteger o circuito como um todo, isto inclui os cabos, contadores e é claro, o relé térmico. Neste caso, o dimensionamento passa por um análise de três condições, sendo que é necessário que se atenda o pior caso.

Veja a seguir as três situações a serem consideradas

1º Caso

Inicialmente comprovaremos que a corrente do fusível deverá possuir como corrente nominal, no mínimo, 20% a mais que a corrente nominal do motor elétrico do nosso exemplo, então teremos:

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

$$I_f \geq 20,2 \times 1,2$$

$$I_f = 24,2 \text{ A}$$

Onde:

I_f = Corrente de nominal do fusível em A

I_n = Corrente Nominal

2º Caso

Neste momento iremos verificar se o fusível realizará a proteção dos contatores K1 e K2:

$$I_f \leq I_{Fmax} \text{ de K1 e K2}$$

$$I_f \leq i_{fmax} \text{ k1 / k2}$$

$$I_f \leq 50 \text{ A}$$

Onde:

I_f = Corrente de nominal do fusível em A

$I_{fmax} \text{ k1/k2}$ = Corrente de ruptura do contator em A

3º Caso

Da mesma maneira que realizamos no segundo caso, faremos agora a comparação para sabermos a situação da proteção do relé térmico:

$$I_f \leq I_{Fmax} \text{ de F7}$$

$$i_f \leq i_{fmax} \text{ F7}$$

$$i_f \leq 40 \text{ A}$$

Onde:

I_f = Corrente de nominal do fusível em A

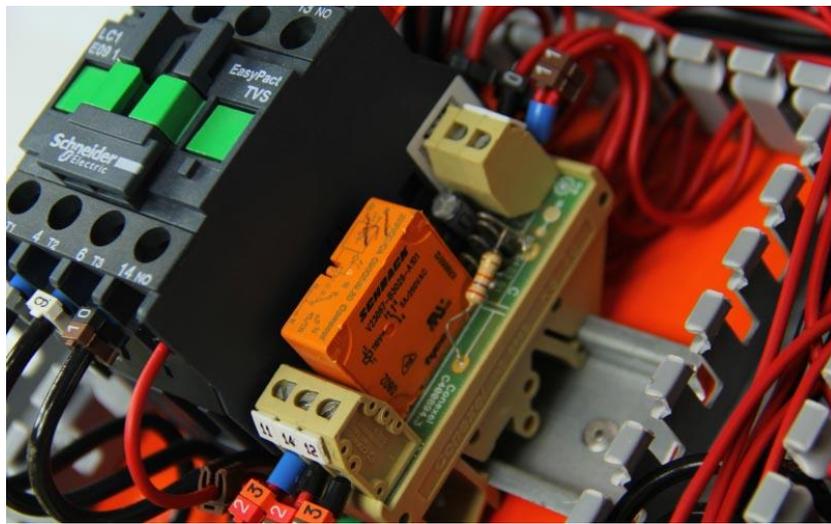
$I_{fmax} \text{ F7}$ = Corrente de ruptura do relé térmico em A

Fusível escolhido: Diazed 25A

Conclusão: Com a análise realizada podemos considerar um fusível de 25A que atende as três situações anteriores, ou seja, **25 A** é superior a 20% da I_n , maior que I_{fmax} de K1/K2 e maior também que I_{fmax} de F7, por sua vez, é capaz de proteger os componentes da partida estrela triângulo e suporta a corrente nominal do motor elétrico trifásico.

Agora, temos um conteúdo sobre Comandos Elétricos mais resumido para auxiliar em todo conteúdo acima.

O que são comandos elétricos?



São processos eletroeletrônicos onde através de lógica de contatos é possível acionar máquinas elétricas e/ou sistemas de automação, residencial ou industrial.

São basicamente circuitos de acionamento de cargas, máquinas industriais. Quando falamos em acionamento de cargas pensamos logo em motores, mas não se restringe somente a isso.

Podemos também acionar sistemas de aquecimento, iluminações de grande porte, refrigeração e etc.

Podemos usar comandos elétricos em residências também. Em menor escala mas usa-se.

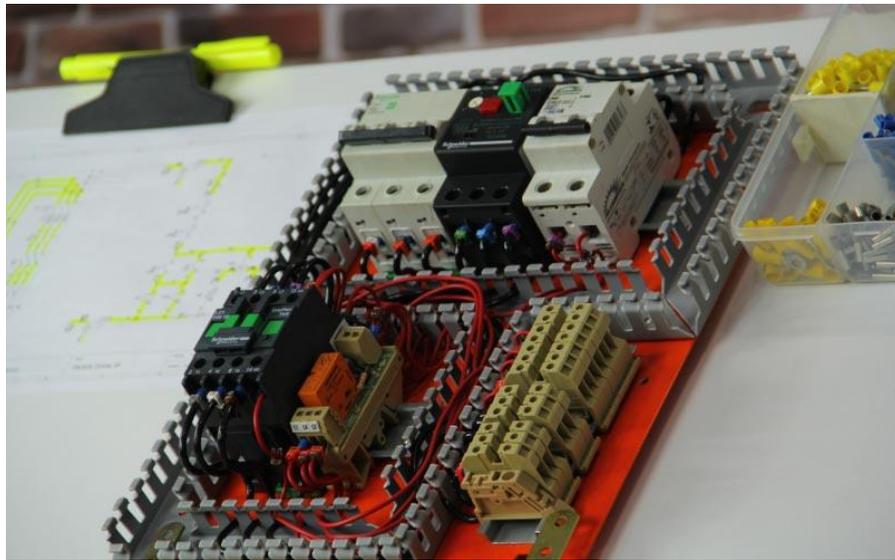
Ex: acionamento de piscinas, bombas de poços artesianos, hidromassagem, acionamento de iluminação por fotocélula.

Mesmo com o uso de componentes eletrônicos, como o soft starter, ainda assim é necessário utilizar outros componentes como contadores, que é um dos mais utilizados, fusíveis que é essencial para a proteção do sistema e dos componentes. Desta maneira podemos observar que ainda que tenha muitos componentes eletrônicos o uso de componentes eletromecânicos, componentes de comandos elétricos, ainda são necessários e por isso comandos elétricos não caem em desuso.

Comandos Elétricos



Aplicações de Comandos Elétricos



Comandos Elétricos é incrível, é uma área infinita de possibilidades... E quem domina efetivamente consegue aproveitar o mar de opções e inovações que podem surgir.

Dentro de Comandos Elétricos, temos diversas aplicações como:

1. Ligação de Motores

1.1 Fechamento do motor elétrico trifásico de 6 pontas

O motor de seis terminais é um motor trifásico de corrente alternada.

Este motor é um dos mais populares para a aplicação industrial, e com certeza é um excelente conversor de energia elétrica em mecânica.

Este motor fornece a opção de seis terminais para permitir a alimentação através de dois níveis distintos, por exemplo 220V e 380V.

Temos portanto dois tipos de fechamentos para este tipo de motores, são eles:

- Fechamento triângulo;
- Fechamento estrela.

1.2 Fechamento em triângulo (motor 6 pontas)

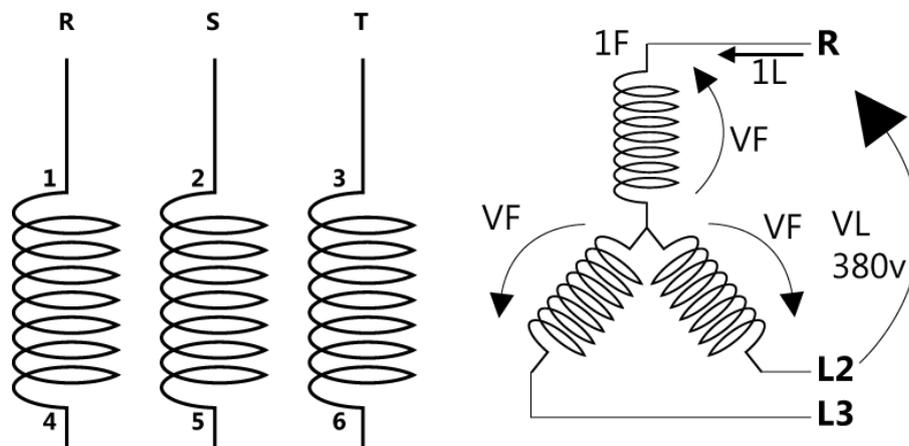
O fechamento em triângulo proporciona o fechamento na menor tensão suportada, por exemplo: um motor que suporte 380V e 220V o fechamento em triângulo será para a tensão de 220V.

Será possível entender na ilustração abaixo como realizar o fechamento em triângulo do motor elétrico trifásico, observe que os terminais 1-6, 2-4 e 3-5 são interligados entre si e estas pontas são interligadas de acordo com o fechamento que se deseja fazer no motor.

1.3 Fechamento em estrela (motor 6 pontas)

No caso da ligação estrela o motor será ligado ao maior nível de tensão disponível.

Este fechamento é o mais simples de ser feito. Neste fechamento fazemos o curto-circuito dos terminais 4, 5 e 6, e então alimentamos os terminais 1, 2 e 3.



1.4 Fechamento motor elétrico 12 pontas

O motor de 12 pontas pode ser ligado em até 4 níveis de tensão: 220V, 380V, 440V, 760V.

O que irá determinar a tensão é a forma de fechamento do mesmo.

No caso do motor de 12 pontas que tem opção de 4 tensões, teremos 4 tipos de fechamento, sendo eles:

- Duplo triângulo (220V);
- Duplo estrela (380V);
- Triângulo (440V);
- Estrela (760V).

[\[Para continuar e ver o conteúdo completo e exclusivo do contator de potência, clique aqui.\]](#)

2. Comandos Elétricos – Acionamento e controle

2.1 Contator de Potência

Sem sombra de dúvidas o **contator de potência** é um dos mais populares dispositivos de acionamento quando assunto em questão é **Comandos Elétricos**.

O simples fato de se deparar com este dispositivo em um painel elétrico, normalmente traz na mente do profissional da área elétrica a ideia da existência de um motor elétrico trifásico.

Na grande maioria das vezes, o contator é utilizado para o acionamento de [motores elétricos](#), no entanto, esta não é a única aplicação deste dispositivo.

[\[Para continuar e ver o conteúdo completo e exclusivo do contator de potência, clique aqui.\]](#)

2.2 Partida Direta do Motor Trifásico

Com certeza, você já precisou fazer uma ligação direta de um motor trifásico. Além de ser uma ligação mais simples e fácil de fazer, ela tem suas particularidades.

A partida direta implica diretamente no desempenho do motor e principalmente na infraestrutura da rede de alimentação onde esta máquina elétrica é instalada, dependendo da aplicação, é mais viável utilizarmos uma [partida indireta](#).

Neste artigo trataremos de algumas particularidades relacionadas a partida direta de motores trifásicos, para assim você consiga determinar se a partida direta é a melhor forma de partir o seu motor.

[\[Para continuar e ver o conteúdo completo e exclusivo sobre a partida direta do motor trifásico, clique aqui.\]](#)

2.3 Contatores auxiliares

Contator Auxiliar é um dispositivo eletromecânico que permite manobrar os circuitos de comando, intertravamento e sinalização. Não devendo ser utilizados para manobrar cargas em substituição aos contatores de potência. Esse tipo de contator tem apenas contatos de comando.

Neste vídeo mostro a simbologia gráfico e literal do contator auxiliar.

Observe que no vídeo destacamos a nomenclatura do contator auxiliar evidenciando suas particularidades como terminais, desenho gráfico, nomenclatura literal entre outras.

Vídeo sobre Contator Auxiliar

2.4 Partida Estrela Triângulo

A Partida Estrela Triângulo é a mais usual das partidas indiretas de motor elétrico trifásico.

Como o próprio nome já diz, este sistema realizará uma partida do motor trifásico em um fechamento estrela e após alguns segundos, quando o motor já partiu, o sistema irá migrar para o fechamento triângulo, vale lembrar que o intuito desta e de qualquer uma das partidas indiretas é reduzir a corrente elétrica no instante da partida (arranque) do motor elétrico trifásico.

Atente-se que neste caso é fundamental que o motor a ser utilizado possua em sua caixa de ligação, no mínimo, seis terminais de conexão pois o fechamento das bobinas será realizado com auxílio dos contatores que compõem o sistema da partida estrela triângulo.

[\[Para continuar e ver o conteúdo completo e exclusivo sobre a partida estrela triângulo, clique aqui.\]](#)

Citamos acima algumas aplicações de Comandos Elétricos...

Por esta razão é tão importante ter conhecimento em comandos elétricos, este assunto está por toda parte. Sem contar que atualmente a automação residencial está em alta, e é um nicho de mercado em crescimento.