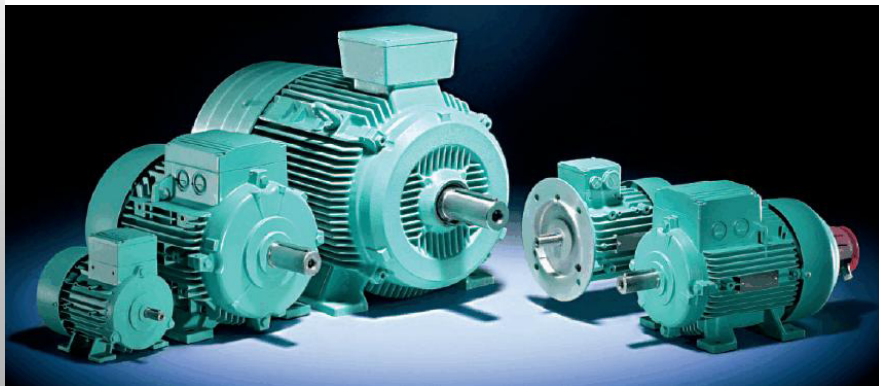


Comandos Elétricos

Teoria e Aplicações

Ligação de Motores



Motor Eléctrico

Transformar energia eléctrica em energia mecânica

- Motores de Corrente Alternada

Mais usados porque a transmissão de energia é alternada

Motor Síncrono

- Para grandes potências ou necessidade de velocidade invariável
- Apresenta alto custo

3

Motor Eléctrico

- Motores de Corrente Alternada

Motor de Indução

- Simplicidade, robustez e baixo custo
- É o tipo de motor mais utilizado.
- Velocidade constante que varia ligeiramente com a carga no eixo
- É possível controlar a velocidade com o auxílio de inversores de frequência

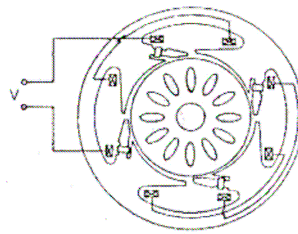


4

Motor de Indução ou Assíncrono

É formado por:

- Circuito Magnético Estático - Estator
 - Junção de chapas ferromagnéticas e suas bobinas (enrolamentos)
- Rotor
 - Núcleo ferromagnético (laminado) e suas bobinas (enrolamentos)
 - A corrente é induzida no rotor pelo campo gerado no estator
 - A corrente induzida opõe-se ao campo do estator, fazendo girar o rotor



5

Motor de Indução ou Assíncrono

Resumo:

1. A alimentação é aplicada ao ESTATOR
2. O estator gera um campo eletromagnético
3. O campo eletromagnético do estator induz corrente no rotor
4. A corrente induzida no rotor opõe-se ao campo do estator
5. Essa oposição gera uma força que faz girar o rotor

Leis do Eletromagnetismo

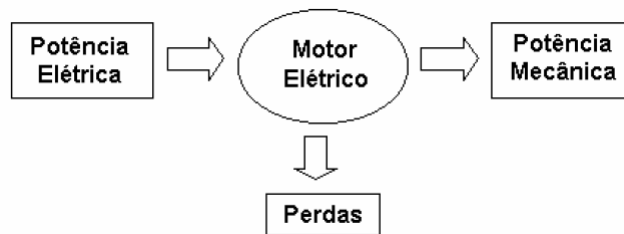
Faraday: "Sempre que através da superfície abraçada por um circuito tiver lugar uma variação de fluxo, gera-se nesse circuito uma força eletromotriz induzida. Se o circuito é fechado será percorrido por uma corrente induzida".

Lenz: "O sentido da corrente induzida é tal que esta pelas suas ações magnéticas tende sempre a opor-se à causa que lhe deu origem".

6

Motor de Indução ou Assíncrono

Explicação Teórica



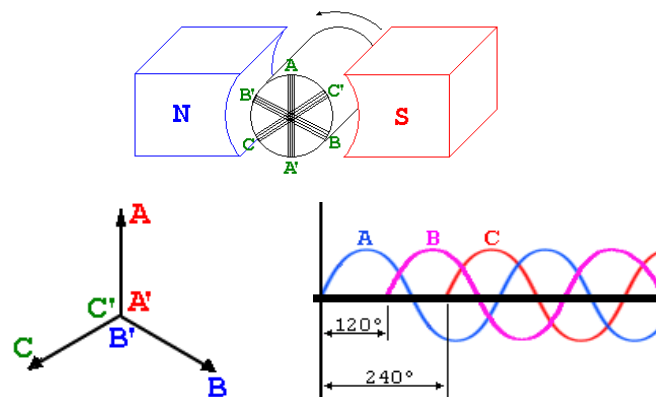
$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{el}} (\%)$$

7

Circuitos trifásicos

ENERGIA TRIFÁSICA

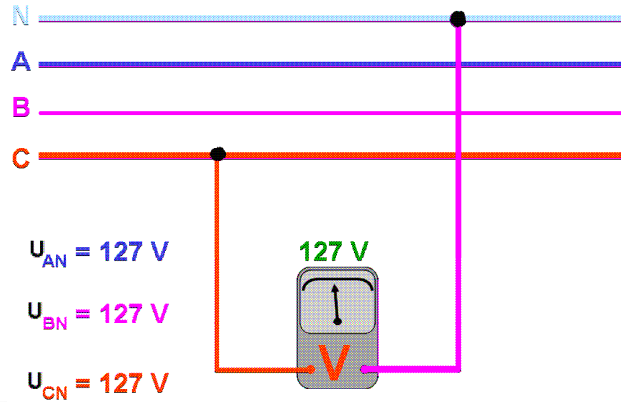
- As bobinas tem diferença de 120° entre seus picos de tensão
- Primeiro a bobina A atinge máxima tensão, depois a B e depois a C



8

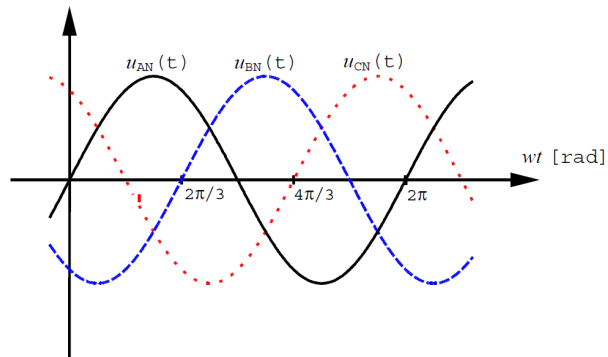
Tensão de Fase (Fase-Neutro)

- Os condutores A, B e C são as Fases, e o condutor N é o Neutro.
- Tensão de Fase = Tensão entre cada Fase e o Neutro
- Nesse exemplo, supondo sistema com fases de 127 V



9

Tensão de Fase (Fase-Neutro)



$$\hat{U}_{AN} = U \angle 0^\circ \quad \mathbf{V}$$

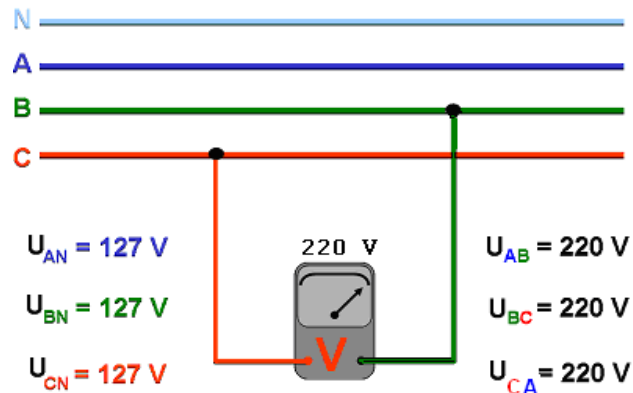
$$\hat{U}_{BN} = U \angle -120^\circ \quad \mathbf{V}$$

$$\hat{U}_{CN} = U \angle -240^\circ = U \angle 120^\circ \quad \mathbf{V}$$

10

Tensão de Linha (Fase-Fase)

- A Tensão de Linha é a tensão entre duas Fases quaisquer
- Tensão de Linha = (Raiz de 3) * Tensão de Fase



11

Tensão de Linha (Fase-Fase)

- A Tensão de Linha está adiantada de 30° em relação à Tensão de Fase

$$\hat{U}_{AB} = \hat{U}_{AN} - \hat{U}_{BN} = \sqrt{3}.U \angle 30^\circ \quad \mathbf{V}$$

$$\hat{U}_{BC} = \hat{U}_{BN} - \hat{U}_{CN} = \sqrt{3}.U \angle -90^\circ \quad \mathbf{V}$$

$$\hat{U}_{CA} = \hat{U}_{CN} - \hat{U}_{AN} = \sqrt{3}.U \angle 150^\circ \quad \mathbf{V}$$

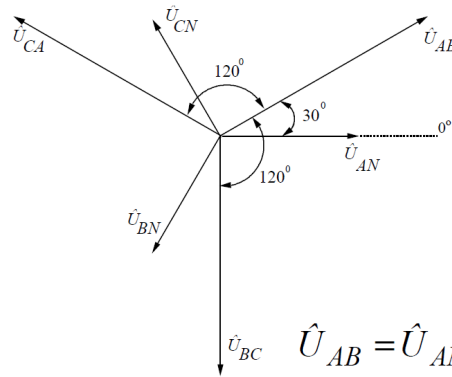
Convenção:

- Sentido de giro dos fasores anti-horário
- a partir da referência 0°

12

Tensão de Linha (Fase-Fase)

DIAGRAMA FASORIAL



Convenção:

- Sentido de giro: anti-horário
- a partir da referência 0°

$$\hat{U}_{AB} = \hat{U}_{AN} - \hat{U}_{BN} = \sqrt{3} \cdot U \angle 30^\circ \quad \mathbf{V}$$

$$\hat{U}_{BC} = \hat{U}_{BN} - \hat{U}_{CN} = \sqrt{3} \cdot U \angle -90^\circ \quad \mathbf{V}$$

$$\hat{U}_{CA} = \hat{U}_{CN} - \hat{U}_{AN} = \sqrt{3} \cdot U \angle 150^\circ \quad \mathbf{V}$$

13

Tensão de Linha x Tensão de Fase

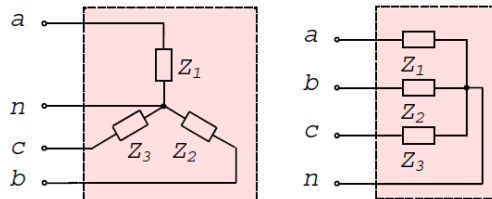
$$V_L = \sqrt{3} \cdot V_F$$

$$V_F = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$$

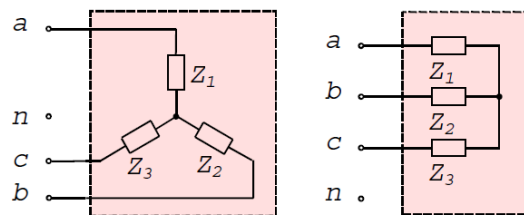
14

Conexões Trifásicas

- Estrela ou Y - com neutro



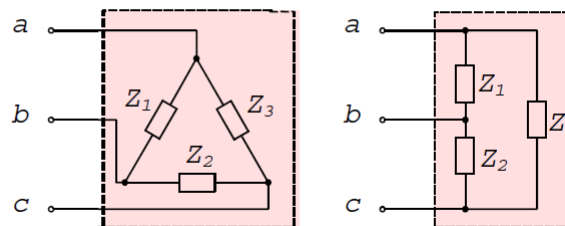
- Estrela ou Y - sem neutro



15

Conexões Trifásicas

- Triângulo ou Δ (Delta)

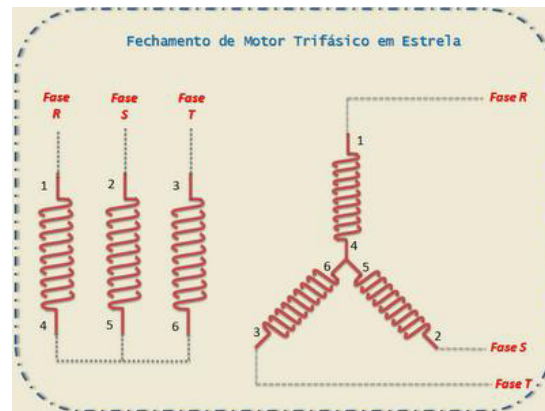


16

Fechamento de Motores trifásicos

Fechamento de Motor em ESTRELA → 380 V

- Será para a maior tensão suportada
- Ex: Se um motor suporta 380V ou 220V, a ligação em estrela será para 380V

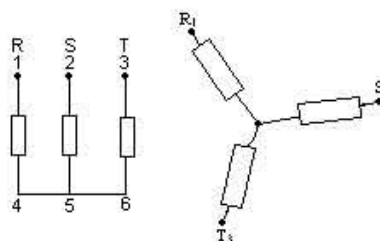


17

Fechamento de Motores trifásicos

Fechamento de Motor em ESTRELA → 380 V

- Interliga os terminais 4,5 e 6 para formar o ponto central da Estrela
- e os terminais 1, 2 e 3 são ligados diretamente na rede nas fases R, S e T

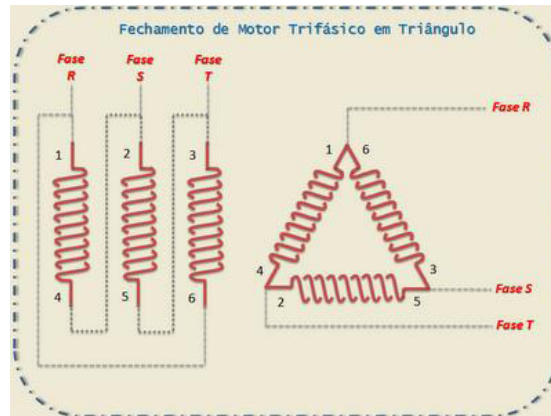


18

Fechamento de Motores trifásicos

Fechamento de Motor em TRIÂNGULO → 220 V

- Será para a menor tensão suportada
- Ex: Se um motor suporta 380V ou 220V, a ligação em triângulo será para 220V

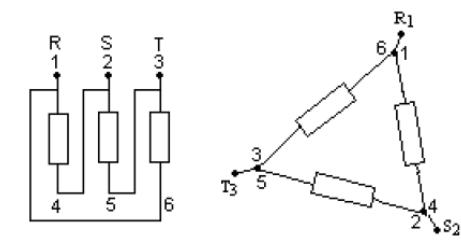


19

Fechamento de Motores trifásicos

Fechamento de Motor em TRIÂNGULO → 220 V

- Interliga os terminais 6+1, 2+4 e 3+5 para formar um triângulo fechado
- e os terminais 1, 2 e 3 são ligados diretamente na rede nas fases R, S e T



20

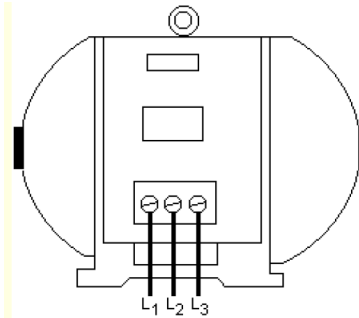
Fechamento de Motores trifásicos

Motor de 3 terminais

- Nos dois casos anteriores os motores tem 6 terminais
- Se o motor tiver 3 terminais as três fases da rede são conectadas diretamente a esses terminais

OBS: Para inverter o sentido de rotação do motor trifásico:

Basta inverter duas fases quaisquer

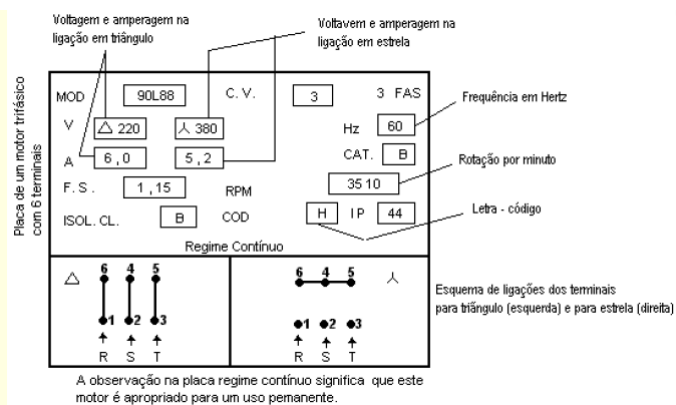


21

Fechamento de Motores trifásicos

Onde encontrar essa numeração?

- A PLACA IDENTIFICADORA do motor possui os BORNES das bobinas
- O Fechamento é feito por meio de fios ou por contadores



22

Fechamento de Motores trifásicos

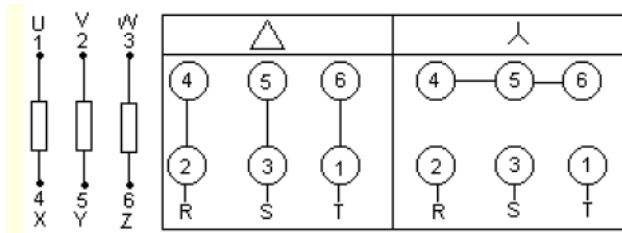
Dados da PLACA IDENTIFICADORA

- POTÊNCIA DO MOTOR em HP ou CV (1 HP = 746 W, 1 CV = 735 W)
 - Saber se o motor é capaz de executar o trabalho desejado. Nesse a potência é de 3 CV
- TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO (220 ou 380 V)
- FREQUÊNCIA exigida da tensão alimentadora (60 Hz)
- CORRENTE NOMINAL de consumo (9 ou 5,2 A de acordo com a tensão aplicada)
 - para dimensionar os condutores de alimentação e os dispositivos de proteção.
- ROTAÇÕES em RPM
- LETRA-CÓDIGO para dimensionar os fusíveis (no exemplo H).
- ESQUEMA DE LIGAÇÃO e a ligação dos terminais

OBS: O Fechamento é feito por meio de fios ou por contatores

23

Fechamento de Motores trifásicos



Ligação em TRIÂNGULO

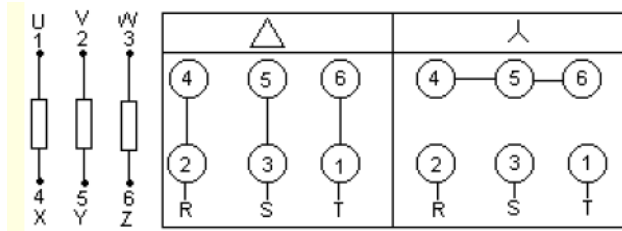
- Aplicar fechamento em $2 \leftrightarrow 4$, $3 \leftrightarrow 5$ e $1 \leftrightarrow 6$
- Alimentar as fases nos bornes 1, 2 e 3

Ligação em ESTRELA

- Aplicar fechamento em $4 \leftrightarrow 5 \leftrightarrow 6$
- Alimentar as fases nos bornes 1, 2 e 3

24

Fechamento de Motores trifásicos



Motor trifásico com 6 terminais só 2 tensões: 220/380V ou 440/760V.

Depende da tensão máxima suportada pela bobina

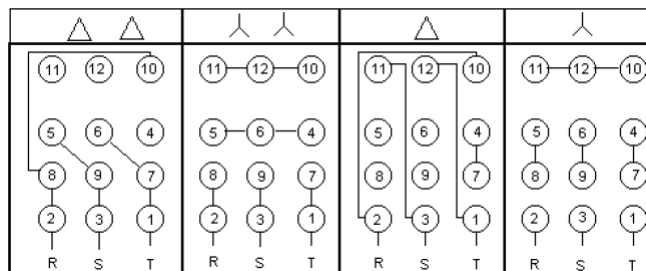
- Usa Ligação em TRIÂNGULO para a menor tensão
- Usa Ligação em ESTRELA para a maior tensão

OBS: Nos motores de seis terminais, é comum encontrarmos as marcações:

- **U, V W, X, Y, e Z**, ao invés de 1, 2, 3, 4, 5, e 6

25

Fechamento de Motores trifásicos



Motor trifásico com 9 terminais pode ligar em 3 tensões:

- 220/380/440V

Motor trifásico com 12 terminais pode ligar em 4 tensões:

- 220/380/440/760V

26

Outros Tipos de Motores

Motor de Corrente Contínua

- Motores de custo elevado
- Precisa de uma fonte de corrente contínua ou de um dispositivo conversor
 - Ex: Diodos retificadores
- São os usados nos automóveis.
- Podem funcionar com velocidade ajustável entre amplos limites
- Para controles de grande flexibilidade e precisão
- Seu uso é restrito a casos especiais

27

Outros Tipos de Motores

Motor Síncrono

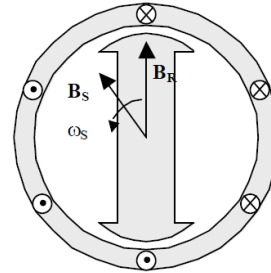
- A velocidade de rotação é proporcional à frequência da sua alimentação
- Rotor é um eletroímã alimentado por CC ou ímãs permanentes
 - Campo magnético do rotor independe do campo magnético do estator
 - Campo magnético do rotor tenta alinhar ao campo magnético girante do estator
- o rotor adquire velocidade proporcional a frequência da alimentação do estator
 - Acompanha o campo magnético girante do estator (SÍNCRONO)
- O aumento ou diminuição da carga não afeta sua velocidade
- Velocidade em RPM = $120 \times (\text{Frequência} / \text{Número de Pólos})$

28

Outros Tipos de Motores

Motor Síncrono

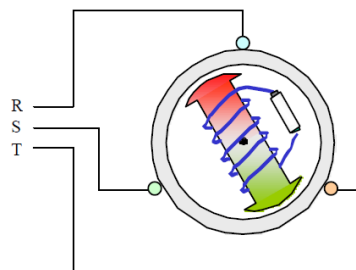
- São dois campos: do Rotor e do Estator (girante)
 - B_s → Campo girante do Estator
 - B_r → Campo do Rotor
- Campo do rotor tenta acompanhar giro do estator
 - Sempre haverá defasagem δ
 - causada pela inércia do rotor



29

Outros Tipos de Motores

Motor Síncrono



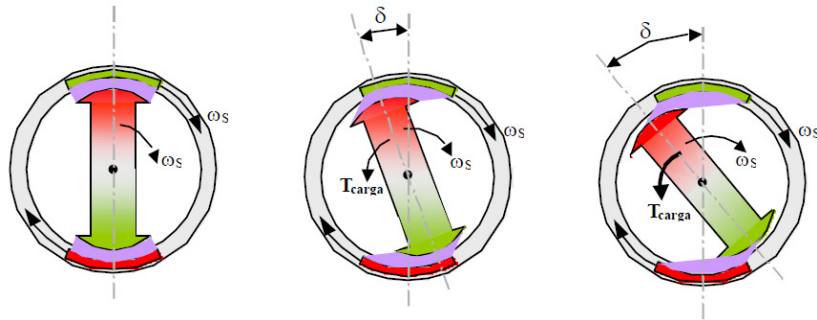
- Rotor é alimentado por uma Fonte Contínua
- Cria campo magnético constante B_r
- Como se fosse um ímã permanente
- O estator é alimentado por rede trifásica
- Fases R, S e T
- E o seu Campo magnético B_s é girante
- O campo B_r tenta acompanhar o B_s

30

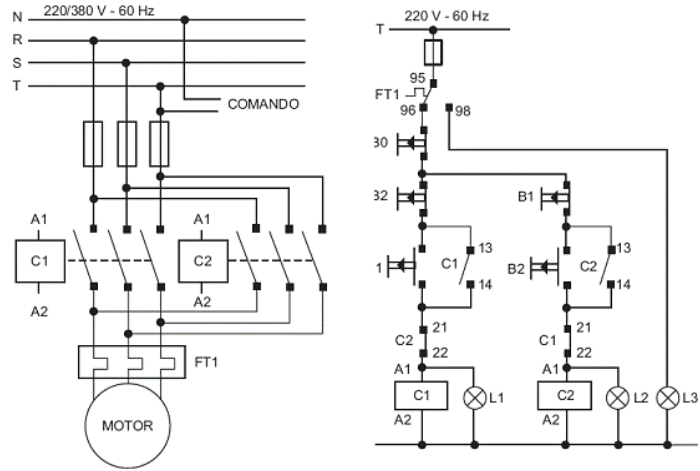
Outros Tipos de Motores

Motor Síncrono

- Rotor é puxado pela "cola lilás" do campo girante
- Se aumenta a carga → Aumenta angulo δ
- Pois estica a "cola lilás" para manter o Sincronismo e a Velocidade Constante



31



COMANDOS ELÉTRICOS

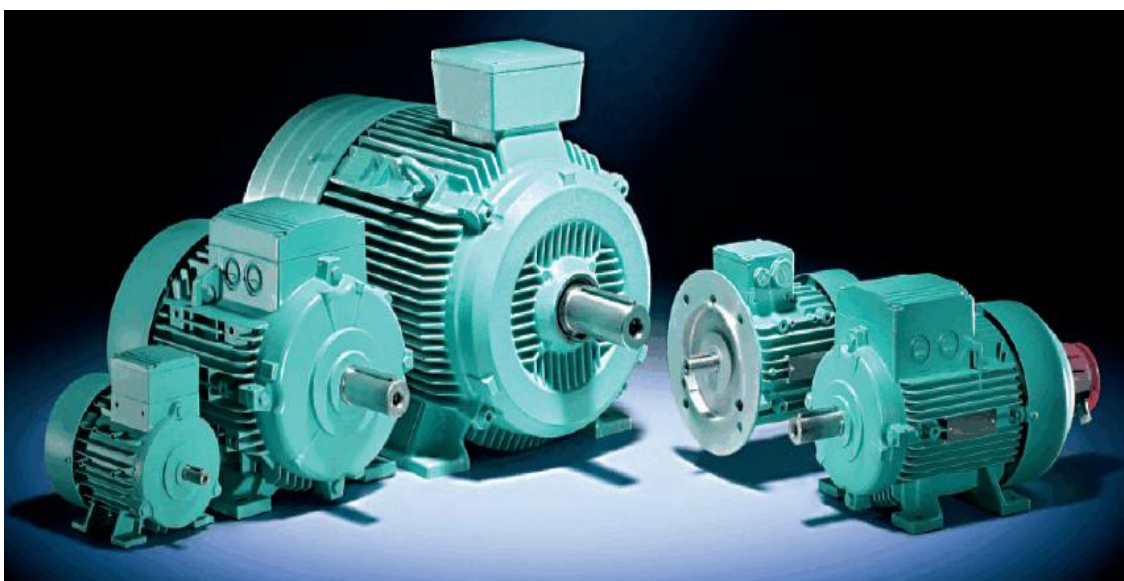
Esta apostila é usada nas aulas ministradas na matéria de comandos no curso de pós-médio mecatrônica, não se tratando de um material voltado para a qualificação. Há ainda um complemento que é dado nas aulas práticas no laboratório.

Este material não é destinado a comercialização.



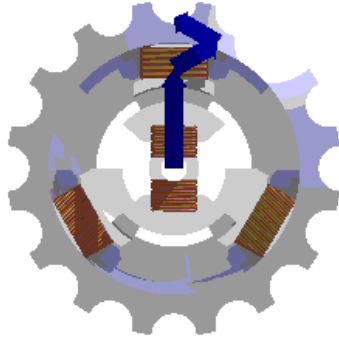
INTRODUÇÃO

Dentro das aplicações de Eletricidade da potência, a parte industrial é sem dúvida uma das mais importantes, sobretudo porque representa uma transformação da energia elétrica Como parte de um produto. Como tal, é freqüentemente integrante das atividades exercidas pelos profissionais da área, seja na forma de projetos elétricos, instalação dos acessórios e equipamentos, fator fundamental para que se Obtenha rentabilidade elevada e racionalização dos Procedimentos Industriais, e custos otimizados e com isso preços. Dentro desta área de conhecimento situações - se uma área de comandos elétricos das técnicas e métodos que são para acionamentos de máquinas e equipamentos. O comando elétrico é composto de circuito de força, onde são registrados e ligadas as cargas, e circuito de comando onde os dispositivos de manobra e proteção são comandados.



COMO FUNCIONA O MOTOR TRIFÁSICO DE INDUÇÃO CA?

São os mais utilizados, porque uma distribuição de energia elétrica é feita normalmente em corrente alternada. Seu princípio de funcionamento é Baseado no campo girante, que surge quando um sistema de correntes alternadas trifásico é aplicado em pólos defasados fisicamente de 120° . Dessa forma com a correntes defasadas em 120° elétricos, em cada instante, um par de pólos possui o campo de maior intensidade, causando uma associação vetorial desse efeito o campo girante.



Campo magnético girante como a soma de três vetores

MOTOR DE INDUÇÃO: funciona normalmente com velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo é o motor mais utilizado de todos, sendo Adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas encontradas na prática. Atualmente é Possível controlarmos uma velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência.

A aplicação de tensão alternada nos enrolamentos do extrator irá produzir um campo magnético variante no tempo que Devido a distribuição uniforme do enrolamento do extrator irá Gerar um Campo Magnético Resultante girante na velocidade proporcional à frequência da rede trifásica. O fluxo magnético girante não atravessará o entreferro e por ser variante no tempo induzirá tensão alternada não enrolamento trifásico do rotor. Como os enrolamentos do rotor estão curtos circuitados essa tensão induzida fará com que circule uma corrente pelo enrolamento do rotor o que por consequência irá Produzir um fluxo magnético do rotor que Tentará se alinhar com o campo magnético girante do extrator.

Alguns motores funcionam com corrente alternada; outros com corrente contínua. À primeira categoria pertencem o motor assíncrono e o motor síncrono (este, praticamente um alternador que absorve energia elétrica para fornecer energia mecânica).

O motor assíncrono é constituído basicamente pelos seguintes elementos:

- um circuito magnético estático, constituído por chapas ferro magnéticas empilhadas e isolado entre si, ao qual se dá o nome de extrator;
- por bobinas (n. de grupos, consoante o motor monofásico ou polifásico) localizadas em cavas abertas no extrator e alimentadas pela rede de corrente alternada;
- por um rotor constituído por um núcleo ferromagnético, também laminado, sobre o qual se encontra um enrolamento ou um conjunto de condutores paralelos, nos quais são induzidas correntes provocadas pela corrente alternada das bobinas do extrator.

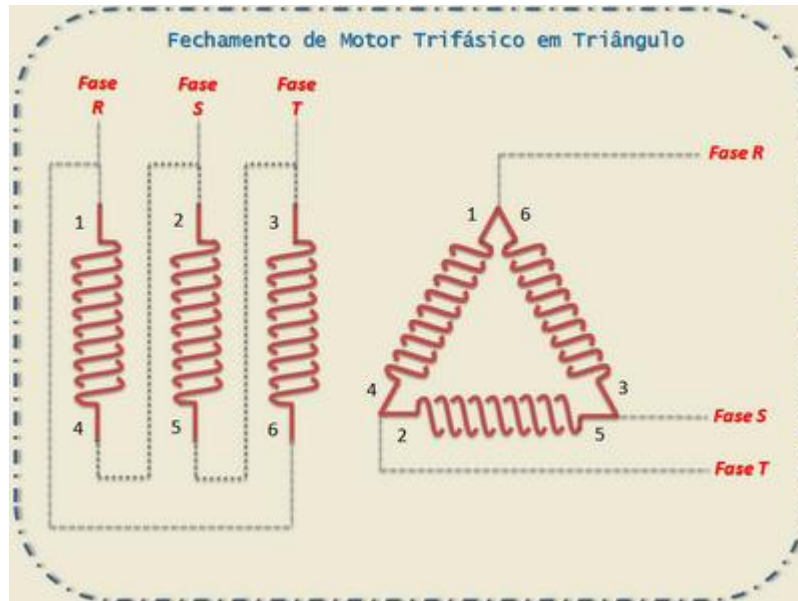
No motor síncrono, o rotor é constituído por um ímã permanente ou bobinas alimentadas em corrente contínua mediante anéis coletores. Neste caso, o rotor gira com uma velocidade diretamente proporcional a frequência da corrente no estator e inversamente proporcional ao número de pólos magnéticos do motor. São motores de velocidade constante e constitui-se a sua principal aplicação. São utilizados somente para grandes potências devido ao seu alto custo de fabricação.

FECHAMENTO DE MOTOR TRIFÁSICO

Fechamento de Motor em Triângulo

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 220V.

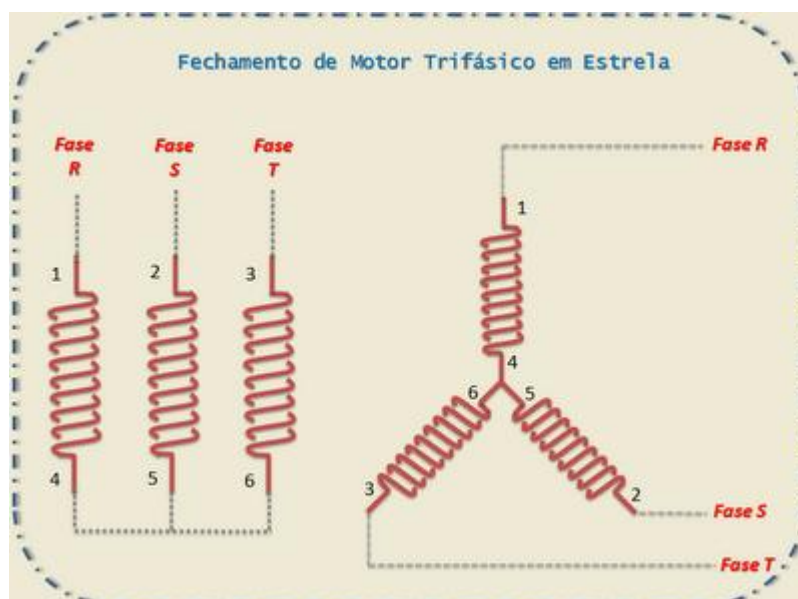
Será possível entender na ilustração abaixo que irá realizar o fechamento em triângulo com o motor de 6 pontas, nas quais deverá ser interligadas com uma rede de alimentação.



Fechamento de Motor em Estrela





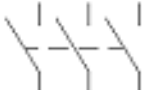





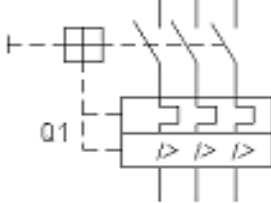
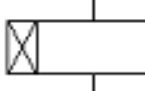
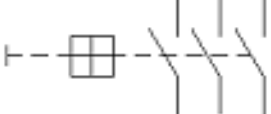



Bom, como vimos A maioria dos motores apresentam pontas 6 e para podermos ligá-lo ao maior nível de tensão disponível devemos fecha-lo em estrela.

Este fechamento é basicamente e simples (eu considero) mais fácil que o triângulo. Veja a seguir uma ilustração deste fechamento.



SIMBOLOGIA GRÁFICA

Até o presente momento mostrou-se a presença de diversos elementos constituintes de um painel elétrico. Em um comando, para saber como estes elementos são ligados entre si é necessário consultar um desenho chamado de esquema elétrico. No desenho elétrico cada um dos elementos é representado através de um símbolo. A simbologia é padronizada através das normas NBR, DIN e IEC. Na tabela apresenta-se alguns símbolos referentes aos elementos estudados.

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

CHAVES AUXILIARES TIPO BOTOEIRA

As chaves auxiliares, ou botões de comando, são chaves de comando manual que interrompem um Estabelecem ou circuito de comando por meio de pulsos. Podem ser montadas em painéis ou em sobreposição para caixas.



SINALIZADORES

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.

SINALIZAÇÃO LUMINOSA

A sinalização luminosa é a mais usada por ser de mais rápida identificação.



CONTADORES

Contatores São dispositivos de manobra mecânica eletromagneticamente, acionados, Construídos Para uma elevada frequência de operação.

De acordo com uma potência (carga), um contator é o dispositivo de comando que pode ser usado individualmente ou acoplado um reles de sobrecarga, na proteção de sobrecorrente. Há Certos tipos de contatores com capacidade estabelecer de e interromper correntes de curto-circuito.

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 (potência) 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 a ser comandada;
- Possibilidade de ter uma bobina do secundário com eletroímã.

Veja um contator de potência.



Os contatores auxiliares são usados para:

- Aumentar o número de contatos auxiliares dos contatores de motores, comandar contadores de elevado consumo na bobina, evitar repique e para sinalização.

Esses contatores apresentam características 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.

Um Contator auxiliar é mostrado na ilustração a seguir.



RELES TÉRMICOS

Esse tipo de relê, 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 Bimetálicos.

O bimetálico é um conjunto formado por duas lâminas de metais diferentes Ferro (normalmente e níquel), sobrepostas e soldadas.

Esses dois metais, de coeficientes de dilatação diferentes, metálico formam um par. por causa da diferença de coeficiente de dilatação, se o par metálico submetido a uma temperatura elevada, vai fazer um dos metais do par 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.



CONCEITOS BÁSICOS EM MANOBRAS DE MOTORES

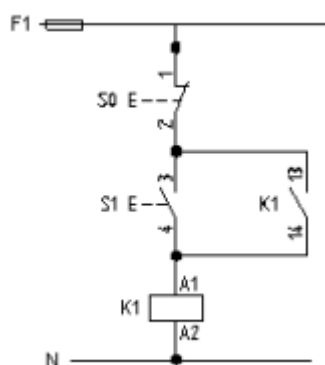
Para ler e compreender a representação gráfica de um circuito elétrico é imprescindível conhecer os componentes básicos dos comandos e também sua finalidade. Alguns destes elementos são descritos a seguir.

ESQUEMA FUNCIONAL

Nesta representação também todos os condutores estão representados. Não é levada em conta a posição construtiva e a conexão mecânica entre as partes. O sistema é subdividido de acordo com os circuitos de correntes existentes. Estes circuitos devem ser representados sempre que possível, por linhas retas, livres de cruzamentos.

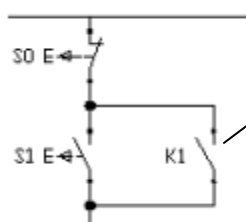
A posição dos contatos é desenhada com o sistema desligado (sem tensão).

A vantagem consiste no fato de que se torna fácil ler os esquemas e respectivas funções, assim este tipo de representação é o que será adotado neste curso.



CONTATO DE SELO

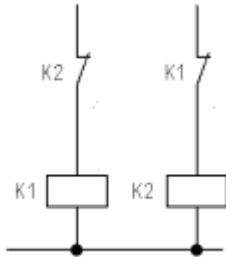
O contato de selo é sempre ligado em paralelo com o contato de fechamento da botoeira. Sua finalidade é de manter a corrente circulando pelo contator, mesmo após o operador ter retirado o dedo da botoeira.



Contato de selo, este contato pode ser contato NA de um contator (geralmente o 13 e 14) ou de um relé.

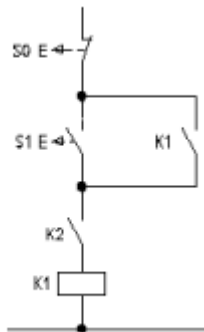
INTERTRAVAMENTO

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



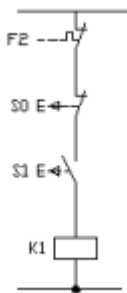
LIGAMENTO CONDICIONADO

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



Proteção do sistema

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



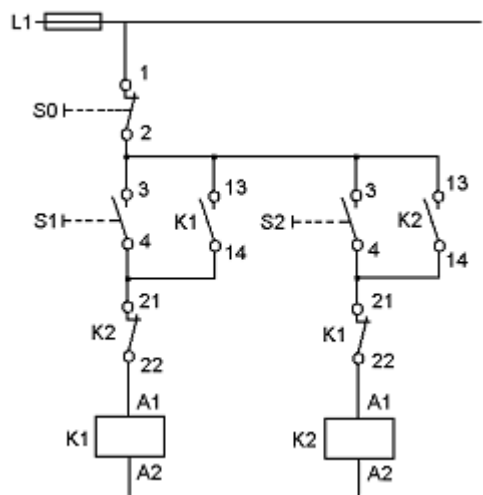
EXERCÍCIOS

1 - Desenhe o acionamento de motor através de duas botoeiras ligadas em:

a) série; b) paralelo.

2 - Desenhe um circuito de comando para acionar um motor de indução trifásico, ligado em 220 V, de forma que o operador tenha que utilizar as duas mãos para realizar o acionamento

3 - Explique o funcionamento do circuito abaixo. Quais as conseqüências de funcionamento resultariam se o contato de selo K1 fosse ligado entre o NF K2 e a bobina do contator K1? O intertravamento apresentado é suficiente?



SISTEMA DE PARTIDAS DE MOTORES

Partida de motor Direta utilizando contadores Trifásico

Este sistema de partida é a mais simples e fácil de ser construída, no entanto apresenta algumas características encontradas que considerá-la uma partida inviável, principalmente quando se trata de motores acima de 10CV.

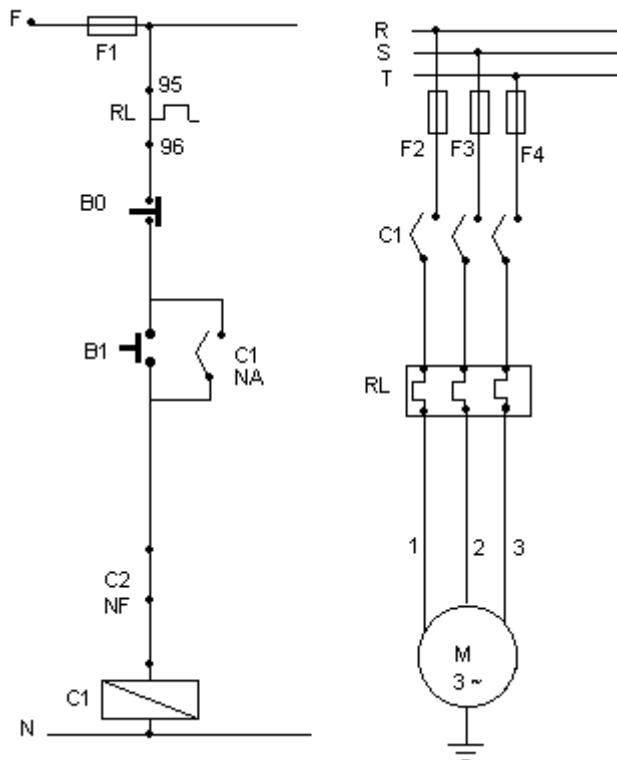
Neste tipo de partida uma tensão fornecida ao motor elétrico é exatamente uma tensão nominal do motor e então temos as seguintes características:

Desvantagens

- * A corrente de partida pode chegar em até 8 vezes a nominal
- * Necessita de cabos e componentes mais robustos
- * Alto Consumo de Energia na partida

Vantagens

- * Oferece torque nominal na partida



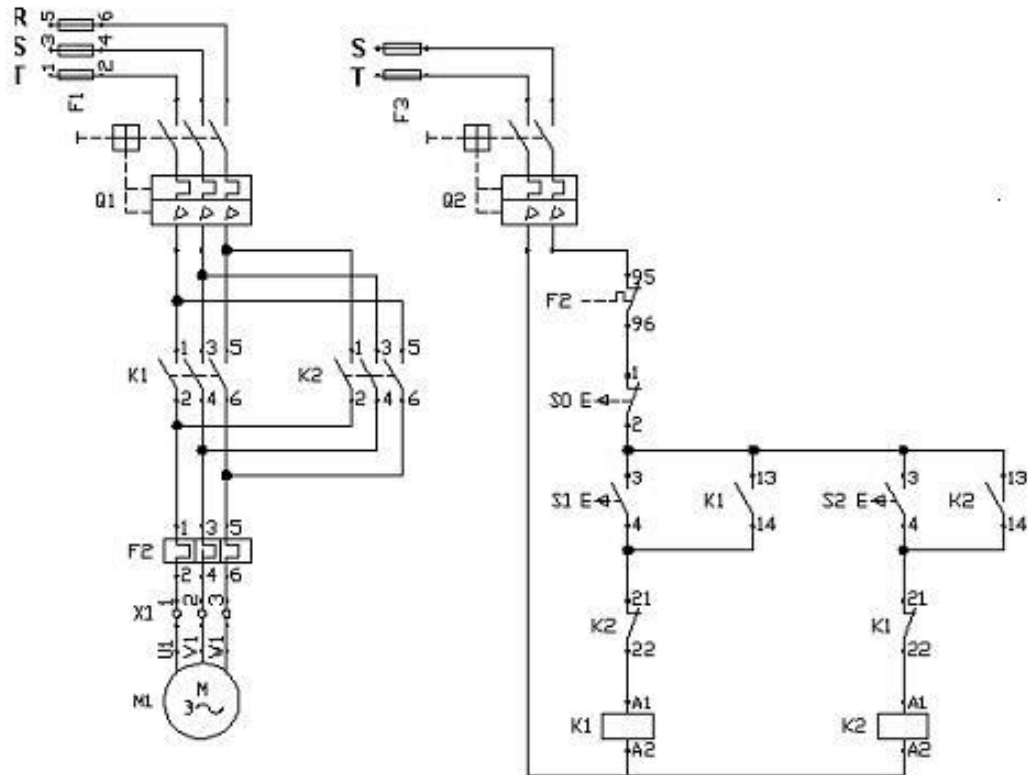
Partida direta com reversão de motor trifásico

Dentre as várias aplicações industriais que podemos observar uma utilização de motores elétricos trifásico, normalmente faz-se necessário uma utilização com um motor com possibilidade de inverter seu sentido de giro. Esta é uma missão relativamente fácil quando usamos contadores para controlá-lo, é necessário somente que seja invertida uma das fases para que o seu campo magnético reverta seu sentido de giro.

Veja abaixo como é fácil fazer isto.

Potência

Comando



PARTIDA INDIRETA DE MOTORES TRIFÁSICOS

O que é ?

As Partidas indiretas de motores Trifásico São basicamente, as maneiras pelas Quais Realizamos uma partida do motor elétrico de um fim Recolher uma "corrente de partida" que Interferem Diretamente no dimensionamento de dispositivos elétricos Responsáveis pela partida do motor.

Por que se aplica?

Um dos grandes malefícios da partida direta é o alto valor da corrente elétrica 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. 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 abaixo, vejamos algumas principais:

- Estrela Triângulo;
- Partida Compensadora (Auto-Trafo);
- Aceleração Rotórica (Motor com rotor bobinado);

PARTIDA ESTRELA TRIÂNGULO

Como o próprio nome já diz, este SISTEMA DE PARTIDA realizará uma partida do motor trifásico em estrela e após alguns segundos o motor passa logo a ser alimentado em triângulo. neste tipo de partida é Necessário um motor que tenha, no mínimo, 6 pontas.

Exemplo:

Consideremos um motor elétrico trifásico cujas características nominais de tensão é:

◆ Tensão de alimentação 220/380V (220V e 380V para Triângulo Estrela);

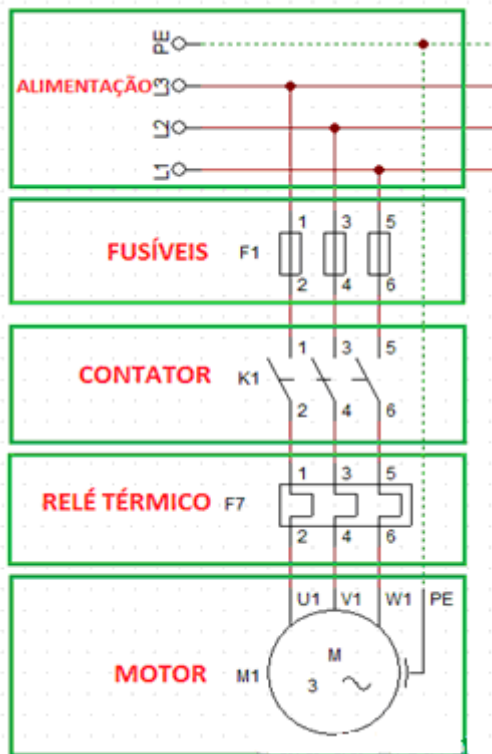
Inicialmente o motor parte com tensão de 220V fechamento em estrela, isto com uma tensão de fase (em cada enrolamento) não é motor de 127V, Com uma tensão menor obviamente a corrente será menor também. Após alguns segundos reverte-se automaticamente para Triângulo Disponibilizada e a tensão em cada enrolamento é de 220V (tensão nominal). Este processo se dá somente na partida do motor e auxilia na Diminuição da Corrente de partida.

Com esta partida é possível reduzir a corrente de partida a $1/3$ (um terço) da corrente, logo o torque também reduz para $1/3$ (um terço), ou seja, 33% do torque inicial a partir de 33% da corrente de partida, assim não é possível utilizar esta partida em situações onde a carga aplicada ao motor seja maior que 33% do suportado pelo motor no instante da partida.

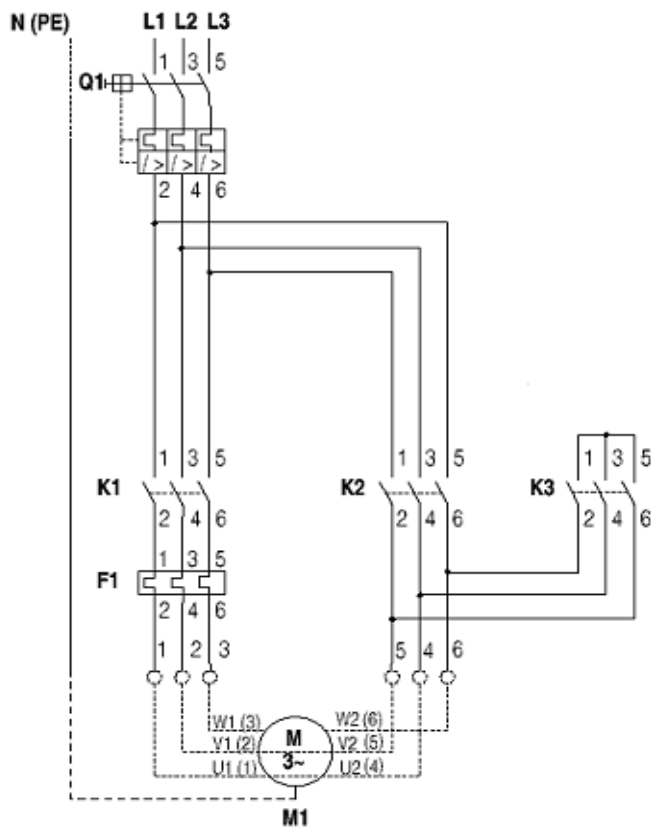
Então por que não podemos deixar o motor funcionando em 220 V-estrela?

O fato é que ao Diminuir a tensão de fase do motor o seu torque (força na ponta do eixo do motor também) diminui proporcionalmente e o motor não Funcionará corretamente podendo vir a reduzir sua vida útil e até causar a queima deste.

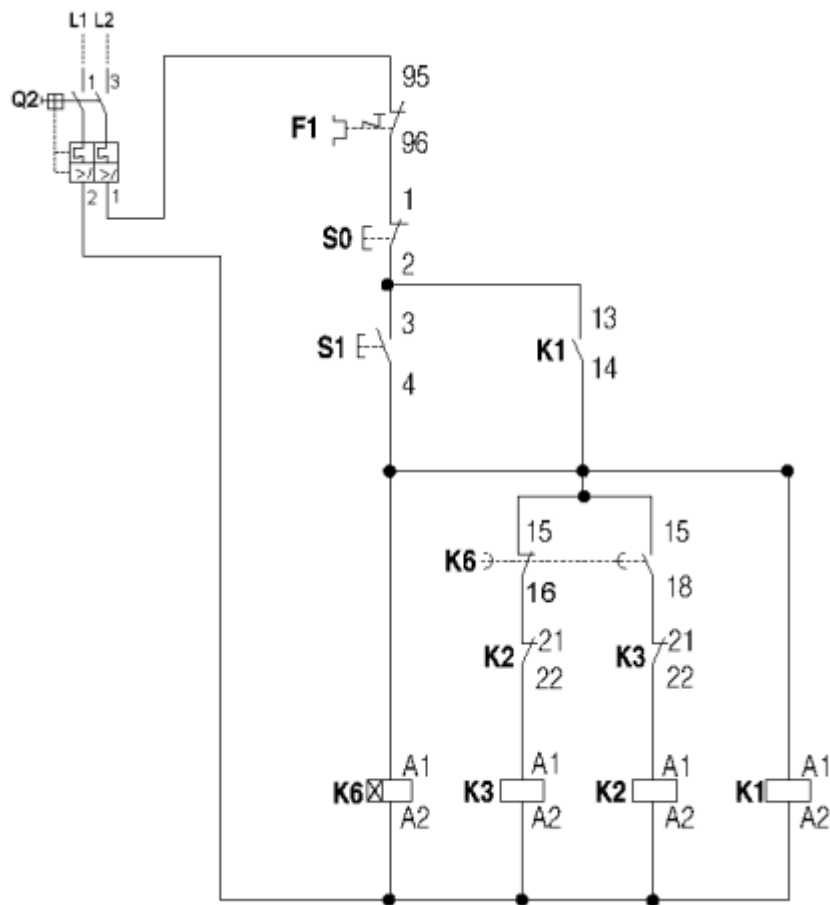
Antes de qualquer coisa vamos relembrar como é o circuito de potência da partida direta:



Circuito de potência estrela triângulo



Circuito de comandos



Material utilizado

1 Disjuntor tripolar (Q1), 1 disjuntor bipolar (Q2), 3 contatores (K1, K2 e K3), 1 relé térmico (F1), 1 botoeira (NF), 1 botoeira (NA), 1 relé temporizador (K6).

SIMBOLOGIA NUMÉRICA E LITERAL

Assim como cada elemento em um comando tem o seu símbolo gráfico específico, também a numeração dos contatos e denominação literal dos mesmos tem um padrão que deve ser seguido. Neste capítulo serão apresentados alguns detalhes, para maiores informações deve-se consultar a norma NBR 5280 ou a IEC 113.2.

A numeração dos contatos que representam terminais de força é feita da seguinte maneira:

- 1, 3 e 5 Æ Circuito de entrada (linha)
- 2, 4 e 6 Æ Circuito de saída (terminal)

Já a numeração dos contatos auxiliares segue o seguinte padrão:

- 1 e 2 Æ Contato normalmente fechado (NF), sendo 1 a entrada e 2 a saída
- 3 e 4 Æ Contato normalmente aberto (NA), sendo 3 a entrada e 4 a saída

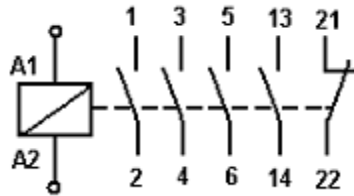
Nos relés e contatores tem-se A1 e A2 para os terminais da bobina.

Os contatos auxiliares de um contator seguem um tipo especial de numeração pois o número é composto por dois dígitos, sendo:

- Primeiro dígito: indica o número do contato

- Segundo dígito: indica se o contato é do tipo NF (1 e 2) ou NA (3 e 4)

Exemplo 1: Numeração de um contator de potência com dois contatos auxiliares 1 NF e 1 NA.



Numeração de contos de um contator de potência

Exemplo 2: Numeração de um contator de auxiliar com 4 contatos NA e 2 contatos NF



Numeração de contadores auxiliares

Com relação a simbologia literal, alguns exemplos são apresentados na tabela a seguir.

Símbolos literais segundo NBR 5280

Símbolos	Componente	Exemplos
F	Dispositivos de proteção	Fusíveis, relés
H	Dispositivos de sinalização	Indicadores acústicos e ópticos
K	Contatores	Contatores de potência e auxiliares
M	Motores	
Q	Dispositivos de manobra para circuitos de potência	Disjuntores, seccionadores, interruptores
S	Dispositivos de manobra, seletores auxiliares	Dispositivos e botões de comando e de posição (fim-de-curso) e seletores
T	Transformadores	Transformadores de distribuição, de potência etc