

Partidas elétricas e eletrônicas

A representação dos circuitos de comando de motores elétricos é feita normalmente através de dois diagramas:

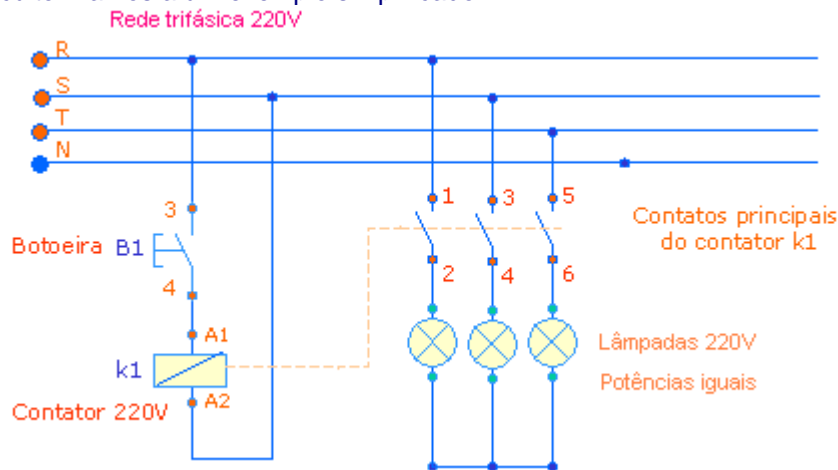
Diagrama de força: representa a forma de alimentação do motor à fonte de energia;

Diagrama de comando: representa a lógica de operação do motor.

Em ambos os diagramas são encontrados elementos (dispositivos) responsáveis pelo comando, proteção, regulação e sinalização do sistema de acionamento.

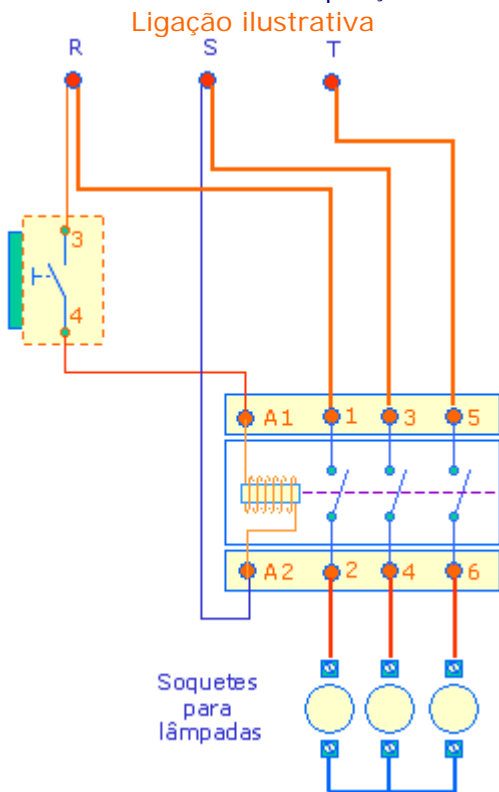
Entendendo a lógica de comando

A lógica de comando, ou lógica de funcionamento, é o sistema interativo de um ou mais interruptores ou contatos, que tem por objetivo o acionamento de um equipamento elétrico, ou seja, é a análise detalha de cada função do circuito. Vamos a um exemplo simplificado:



Seqüência operacional

Ao ser acionada, a botoeira B1 energiza-se a bobina do contator K1 que, por sua vez fecha seus contatos principais (NA) ligando as lâmpadas. Retirando a pressão sobre a botoeira, desenergiza-se a bobina do contator e os contatos voltam a posição normalmente aberta.



Entendendo contatos Botoeiras

Identificando os contatos

- 1 - 2 = normalmente fechado
- 3 - 4 = normalmente aberto

Contator

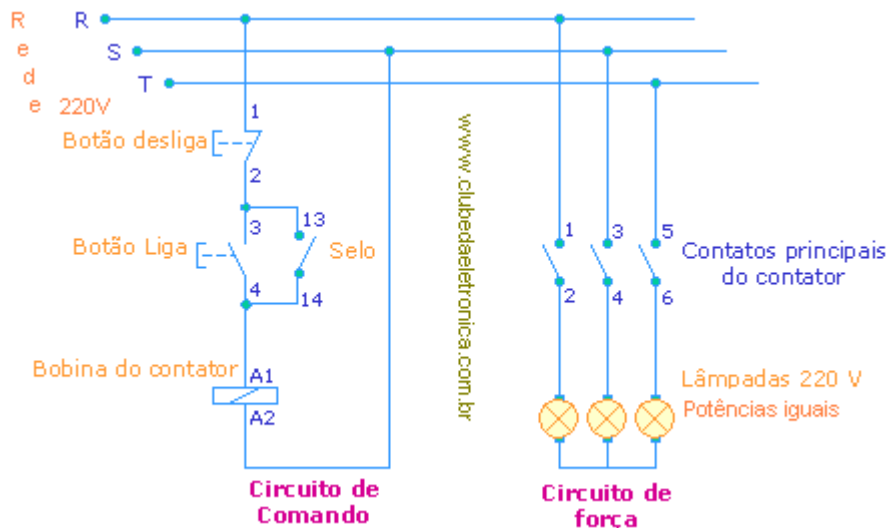
A1 = entrada de energia da bobina
 A2 = Saída de energia da bobina

- 1 = entrada R
- 2 = saída R
- 3 = entrada S
- 4 = saída S
- 5 = entrada T
- 6 = saída T

Lembre-se que este esquema é meramente ilustrativo. Tem a finalidade de ajudar na primeira montagem, você deve identificar e montar tendo em mãos somente o esquema elétrico.

O circuito selo

No circuito acima quando pressionamos a botoeira B1, as lâmpadas acendem e quando retiramos a pressão exercida sobre a botoeira ela volta a posição normalmente aberta, e as lâmpadas apagam, ou seja, devemos colocar algo a mais em nossa ligação para que as lâmpadas permaneçam ligadas. A esse algo a mais damos o nome de selo. Vejamos:



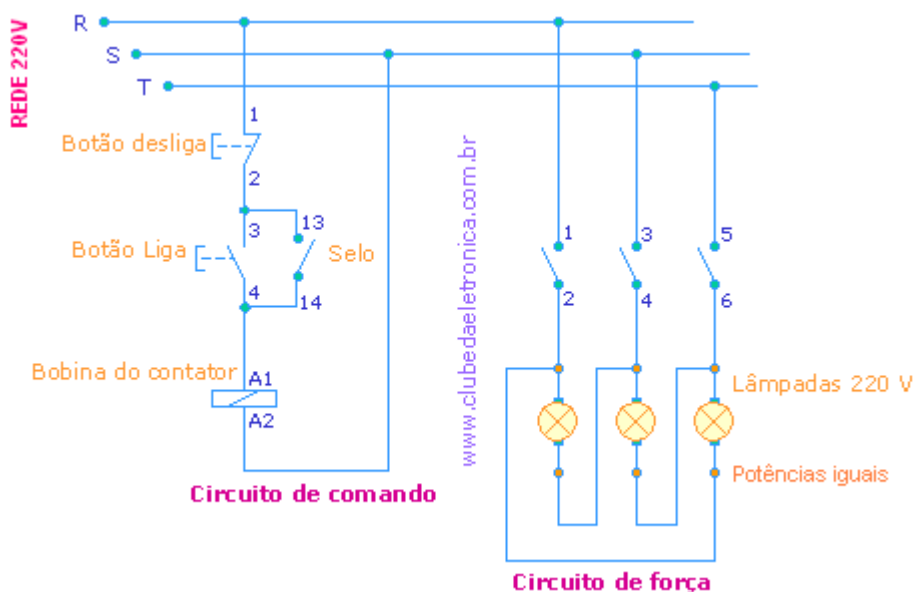
O selo nada mais é que um contato NA em paralelo com o botão liga, também NA.

Seqüência operacional

Ao pressionarmos o botão liga energiza-se a bobina do contator fechando seus contatos principais e o contato auxiliar usado no selo. Ao retirar a pressão sobre o botão liga a bobina continua energizado através do selo, desligando somente se o botão de desliga for pressionado.

Ligando as lâmpadas em plena carga

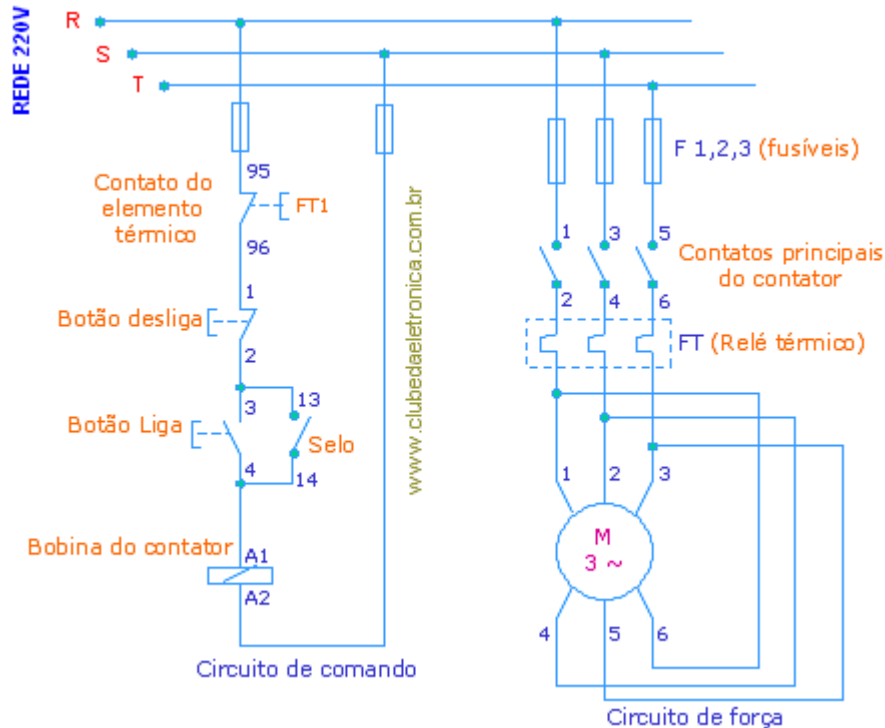
Note que as lâmpadas dos circuitos acima não desenvolveram a potência nominal, ou seja, não acenderam como deveriam, a razão disso, elas não foram ligadas a plena carga, cada lâmpada recebeu 127 V.



Note que nesta ligação as lâmpadas estão “mais forte”, isso porque 220V foram entregues a cada lâmpada.

Partida direta do motor a plena carga (triângulo)

Os motores elétricos são máquinas que recebem energia elétrica da rede e fornecem energia mecânica no seu eixo caracterizada pela rotação. Para que o motor de indução trifásico, tipo gaiola, desenvolva plena potência ele deve ser ligado a plena tensão, por meio de dispositivos de proteção, comando e segurança. Veja a ligação abaixo.



O problema desse tipo de ligação, é que quando um motor é energizado, este exige uma corrente (corrente de partida) muito maior que a nominal, podendo chegar a sete vezes a corrente nominal.

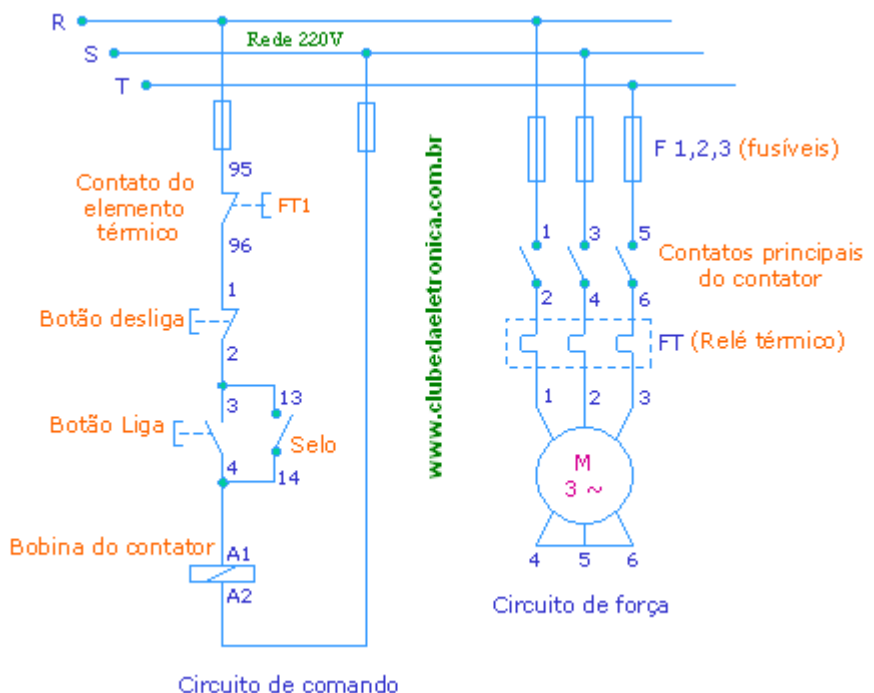
Partida com carga e em vazio

Se o motor é energizado em vazio (sem carga) ele adquire rapidamente sua velocidade nominal e a diminuição da corrente será rápida também, porém se o motor partir “em carga” a situação é mais complicada, pois as correntes serão maiores e as solicitações elétricas aos dispositivos de acionamento também.

Partida direta do motor (estrela)

Uma maneira de minimizar o pico de corrente é ligando o motor em estrela, assim a tensão entregue a cada fase será aproximadamente 58% ($1 \div \sqrt{3}$). Este tipo de ligação proporciona uma redução de aproximadamente 33% ($1 \div 3$) da corrente de partida.

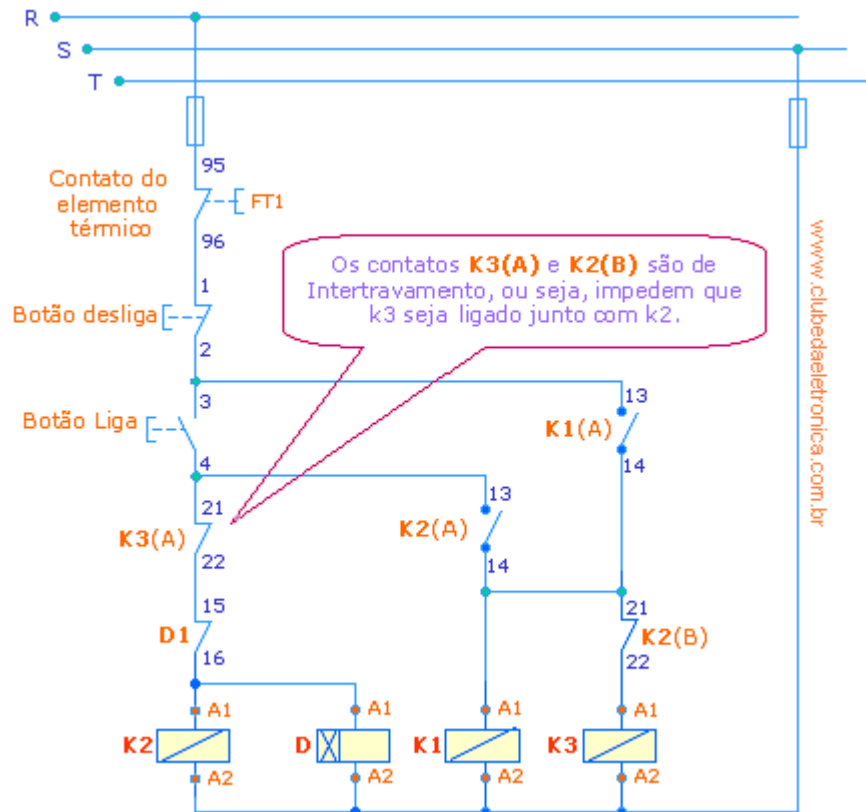
Instalações em baixa tensão exige, geralmente, que motores acima de 5,0 CV a partida seja por tensão reduzida ou por partidas indiretas.



Partida com chave estrela-triângulo

A partida estrela triângulo, consiste na alimentação do motor com redução de tensão nas bobinas, durante a partida. Assim as bobinas do motor recebem somente 58% ($1 \div \sqrt{3}$) da tensão nominal e após a haverá comutação automática para triângulo e as bobinas passam a receber 100% da tensão nominal.

O diagrama de comando



A seqüência operacional

A partida como, pode-se ver, é composta de três contadores comandados por botões.

Na condição inicial de partida do motor (em estrela), **K1**, **K2** e **K3**, estão desligados e a rede trifásica R, S, T, ou seja, há diferença de potencial (d.d.p) na rede.

Pulsando-se o botão Liga (**S1**), a bobina do contator (**K2**) e o relé temporizador (**D**) serão alimentados, fechando seu contato **K2(A)** e abrindo o contato **K2(B)**.

Assim os contatos principais dos contadores (**K2**) e (**K1**) serão fechados partindo o motor em estrela, note que também será fechado o contato auxiliar do contator **K1(A)**.

Neste momento K1 e K2 estão energizados. (Ligação Y)

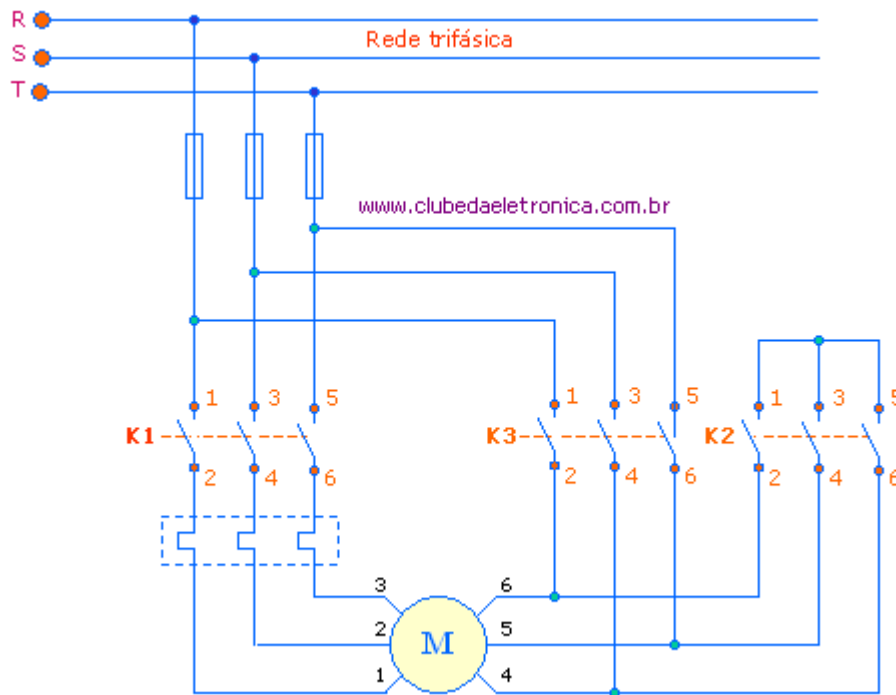
Decorrido o tempo pré-ajustado o temporizador (**D**) abre seu contato (**D1**) retirando a energia de (**K2**) abrindo seu contato **K2(A)** e fechando seu contato **K2(B)** energizando. Assim (**K3**) que abre seu contato auxiliar **K3(A)** e fecha seus contatos principais.

Os contatos principais dos contatos (**K1**) continuam energizados através do contato **K1(A)**.

Neste momento K1 e K3 estão energizados. (Ligação Δ)

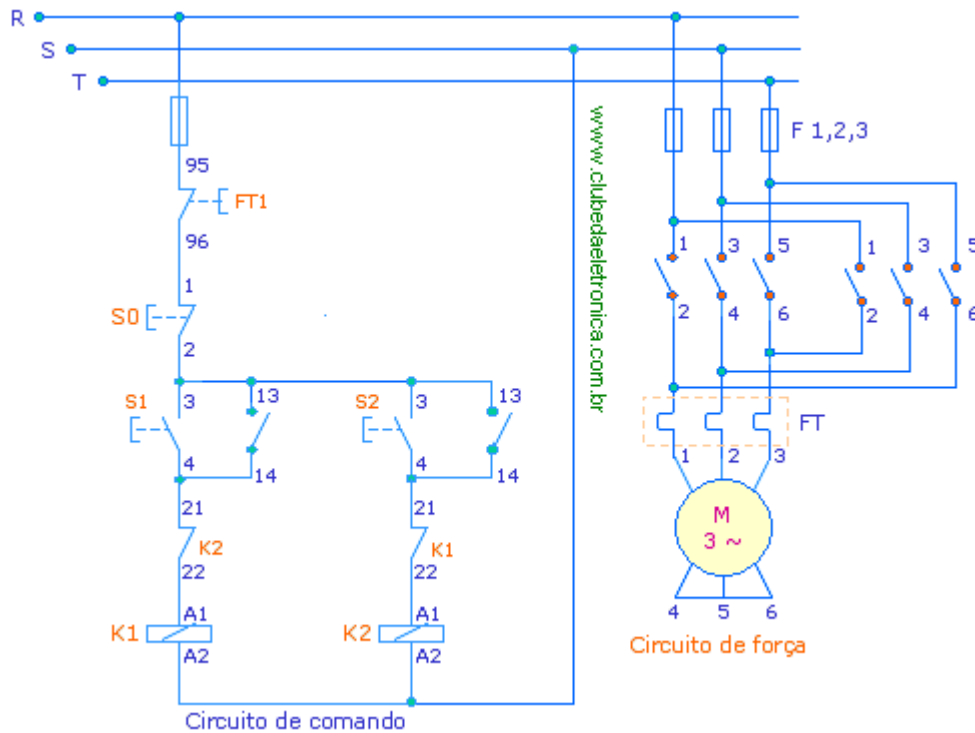
O diagrama de força

Uma vez montado e testado o diagrama de comando podemos ligar o motor.



Partida direta reversa

Consiste em mudar o sentido de rotação de um motor trifásico. Seu funcionamento é bastante simples, vejamos:



A seqüência operacional

Pressionando (S1) energiza-se o contador (K1), fechando o seu selo (13,14) e abrindo o intertravamento (21,22) mesmo pressionando (S2) o contador (K2) não será energizado, devido ao intertravamento, sendo necessário seu desligamento para religar (S2) novamente e a rotação será contrário.

Partidas eletrônicas

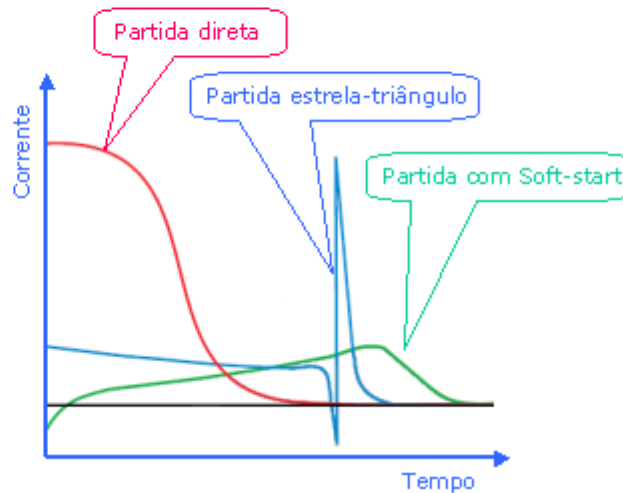
Soft-Starters ⇒ são chaves de partida estática, destinada à aceleração, desaceleração e proteção de motores de indução trifásicos. O controle da tensão aplicada ao motor, mediante o ajuste do ângulo de disparo dos tiristores, permite obter partidas e paradas suaves. Com o ajuste adequado das variáveis, o torque produzido é ajustado à necessidade da carga, garantindo, desta forma, que a corrente solicitada seja a mínima necessária para a partida.



Principais aplicações e comparativo com outros métodos de partida

- Bombas Centrífugas / Alternativas (Saneamento / Irrigação / Petróleo)
- Ventiladores / Exaustores / Sopradores
- Compressores de Ar / Refrigeração (Parafuso / Pistão)
- Misturadores / Aeradores
- Centrífugas
- Britadores / Moedores
- Picadores de Madeira
- Refinadores de Papel
- Fornos Rotativos
- Serras e Plainas (Madeira)
- Moinhos (Bolas / Martelo)
- Transportadores de Carga:
 - Correias / Cintas / Correntes
 - Mesas de Rolos
 - Monovias / Nórias
 - Escadas Rolantes
 - Esteiras de Bagagem (Aerportos)
 - Linhas de Engarrafamento

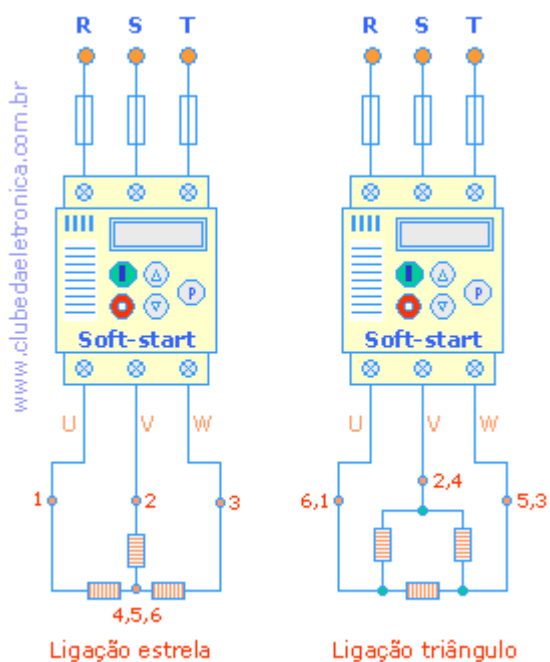
Comparação entre as partidas



Os soft-starts costumam funcionar com a tecnologia chamada by-pass, a qual, após o motor partir e receber toda a tensão da rede, liga-se um contator que substitui os módulos de tiristores, evitando sobreaquecimento dos mesmos.

Esquema de ligação de uma soft-start típica

Na ligação padrão com três cabos, o motor pode ser conectado tanto em estrela como em triângulo.



Interface homem máquina (IHM)

Alguns soft-starts possuem interface homem e a máquina (IHM) incorporada ou destacável com possibilidade de fixação local ou remota, lembrando que a distância deve ser levada em consideração.

Uma IHM típica

- Liga soft-starter
- Desliga e reseta erros na soft-start
- Incrementa número ou conteúdo do parâmetro
- Decrementa número ou conteúdo do parâmetro
- Comuta display entre o número do parâmetro e o seu conteúdo

Inversores de freqüência ⇒ Caso o interesse seja, além da partida suave, controlar também a velocidade do motor, então necessitamos de um inversor de freqüência. A sua principal função é regular a velocidade de um motor elétrico mantendo seu torque (conjugado).



As vantagens em se ter motores trifásicos AC, levaram a indústria a desenvolver um sistema capaz de controlar a potência (**velocidade + torque**). A saber, a velocidade de um motor depende da freqüência da rede, que no Brasil é padronizada em 60Hz, alterações na freqüência alteram a velocidade do campo girante (velocidade síncrona) no estator é dada pela seguinte equação:

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{P}$$

→ Freqüência da rede (Hz)
→ Numero de pólos do motor
→ Velocidade campo girante do estator (RPM)

Assumindo que o número de pólos de um motor AC seja fixo (determinado na sua construção), ao variarmos a freqüência de alimentação, variamos na mesma proporção, sua velocidade de rotação.

Calculando a potência do inversor

Para calcularmos a potência do inversor, temos de saber qual motor (e qual carga) ele acionará. Normalmente, a potência dos motores é dada em CV ou HP. Basta fazermos a conversão para watts, e o resto é fácil. Vamos dar um exemplo prático:

Rede elétrica = 380 VCA
 Motor = 1,0 HP
 Aplicação = exaustor industrial

Cálculos:
 1,0 HP = 746W

Portanto, como a rede elétrica é de 380 VCA, e os inversores (normalmente) possuem um fator de potência = 0,8 (Cos j = 0,80), teremos:

$$I_{\text{inversor}} = \frac{P(W)}{V_{\text{Linha}} \cdot \cos \phi}$$

$$I_{\text{inversor}} = \frac{746W}{380V \cdot 0,8}$$

$$I_{\text{inversor}} = 2,45 \text{ A}$$

Tensão de entrada = 380 VCA
 Corrente nominal = 2,5 A











Interface homem máquina

Os inversores de freqüência assim como as soft-starts têm IHM, que podem ser incorporada ou destacável com possibilidade de ser controlada remotamente. Vejamos uma IHM típica.

Esquema de ligação triângulo



	<ul style="list-style-type: none"> Habilita o inversor via rampa (partida). Após habilitação, a cada toque, comuta as indicações do display como indicado abaixo: <p style="text-align: center;">rpm → volts → estado → % → Hz → Amps</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Desabilita o inversor via rampa (parada). Reseta o inversor após a ocorrência de erros.

	<input type="checkbox"/> Seleciona (comuta) display entre número do parâmetro e seu valor posição/conteúdo.
	<input type="checkbox"/> Aumenta a velocidade, número do parâmetro ou valor do parâmetro.
	<input type="checkbox"/> Diminui a velocidade, número do parâmetro ou valor do parâmetro.
	<input type="checkbox"/> Inverte o sentido de rotação do motor comutando entre Horário e Anti-Horário.
	<input type="checkbox"/> Seleciona a origem dos comandos/referência entre LOCAL ou REMOTO.
	<input type="checkbox"/> Quando pressionada realiza a função JOG, (se o inversor estiver desabilitado por rampa e com habilita geral ativado).
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Led Horário  Led Anti-Horário </div> <div style="text-align: center;">  Led "Local"  Led "Remoto" </div> </div>	

Interligação em Redes industriais

As soft-staters assim como os inversores podem ser interligados em redes industriais de comunicação rápida, através dos protocolos padronizados, podendo ser:



Essas redes são destinadas principalmente a integrar grandes plantas de automação industrial, as redes de comunicação rápidas conferem elevada performance de atuação e grande flexibilidade operacional, características exigidas em aplicações de sistemas complexos e/ou integrados.

Referências bibliográficas:

- Gussow, Miltom. Eletricidade básica – São Paulo. Schaum McGraw-Hill, 1985.
- Capeli, A – Inversores de frequência, revista mecatrônica, janeiro 2005.
- <http://www.yaskawa.com.br> - catálogos e manuais
- <http://www.weg.com.br> - catálogos e manuais

Não existe vento favorável para aquele que não sabe para onde vai.
(Arthur Schopenhauer)

www.clubedaeletronica.com.br