

CONVERSÃO DE ENERGIA 2

Softstarter / Chave de Partida Suave

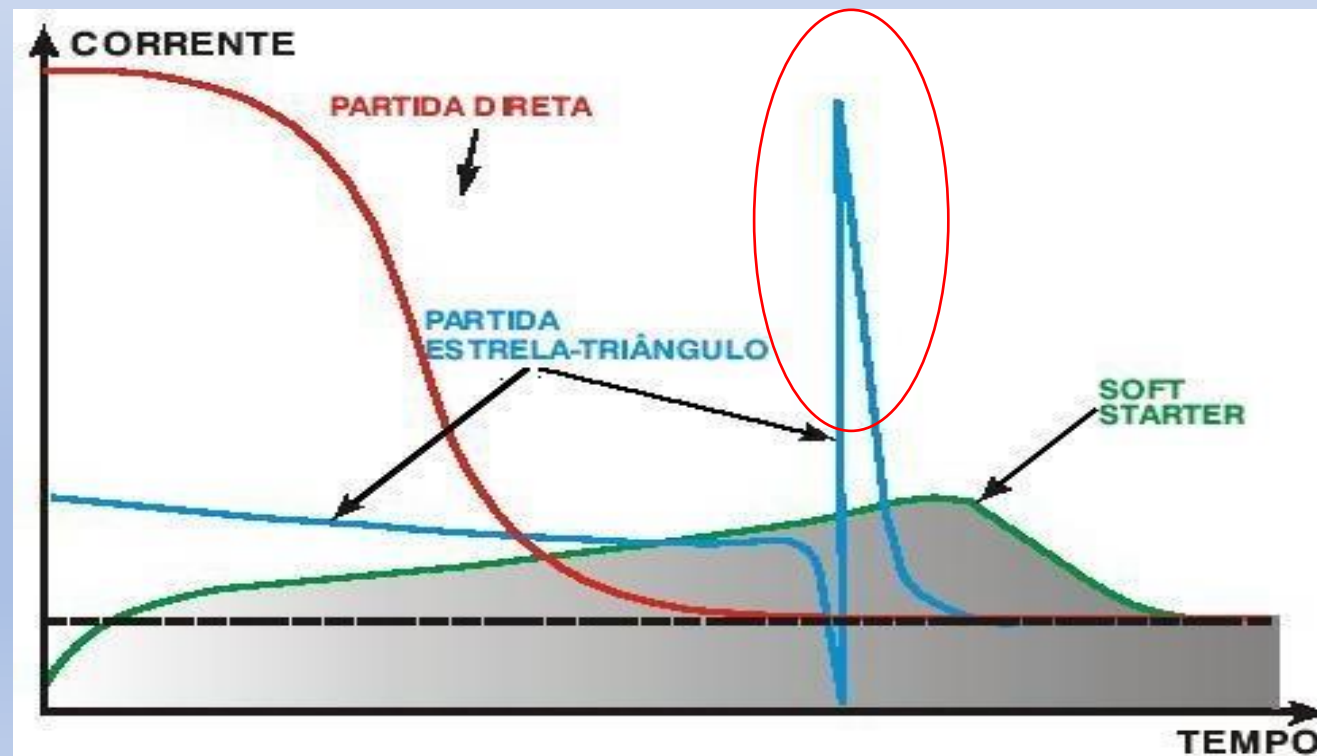
Prof. Dr. Cesar da Costa

E-mail: ccosta@ifsp.edu.br

Site: www.professorcesarcosta.com.br

Soft-starter ou Chave de Partida Suave

- ❑ Os motores de indução trifásicos de rotor em gaiola apresentam picos de corrente e de conjugados indesejáveis quando em partida direta, partida estrela triângulo.



Soft-starter



- ❑ *Soft-starters* são utilizados basicamente para partidas de motores de indução CA (corrente alternada) tipo gaiola, em substituição aos métodos estrela-triângulo, chave compensadora ou partida direta.
- ❑ Tem a vantagem de não provocar trancos no sistema, limitar a corrente de partida, evitar picos de corrente e ainda incorporar parada suave e proteções.



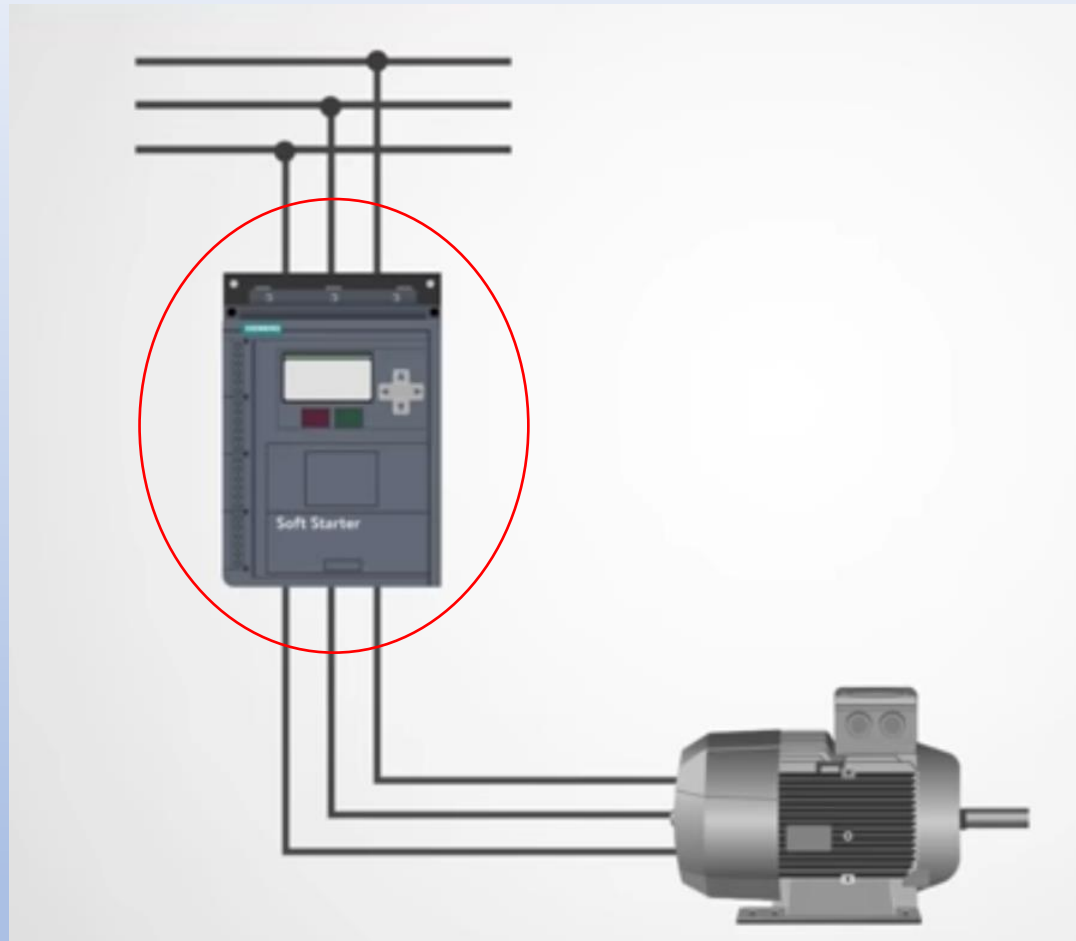
Soft-starter



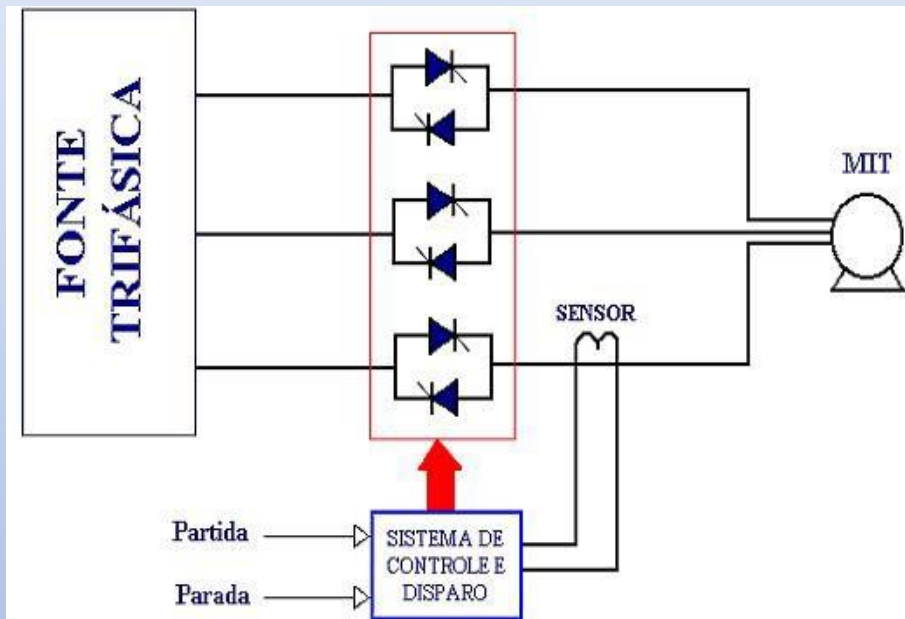
- ❑ Estas chaves contribuem para a redução dos esforços sobre acoplamentos e dispositivos de transmissão durante as partidas e para o aumento da vida útil do motor e equipamentos mecânicos da máquina acionada, devido à eliminação de choques mecânicos.
- ❑ Também contribui para a economia de energia, sendo muito utilizada em sistemas de refrigeração e em bombeamento.



Soft-starter ou Chave de Partida Suave



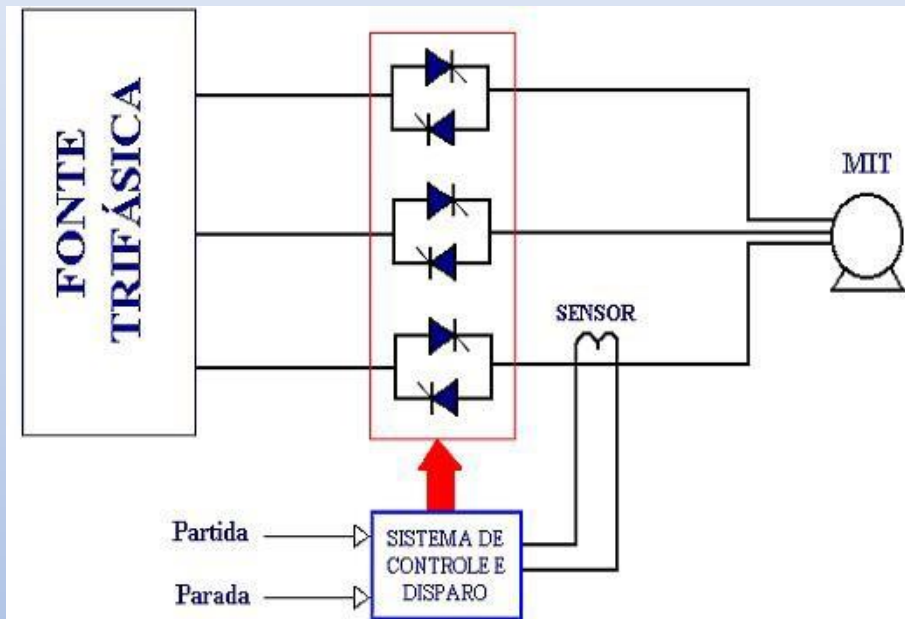
Soft-starter



- Através do ajuste do ângulo de disparo de tiristores, controla-se a tensão aplicada ao motor. Com o ajuste correto das variáveis, o torque e a corrente são ajustados às necessidades da carga, ou seja, a corrente exigida será a **mínima necessária** para acelerar a carga, sem **mudanças de frequência**.



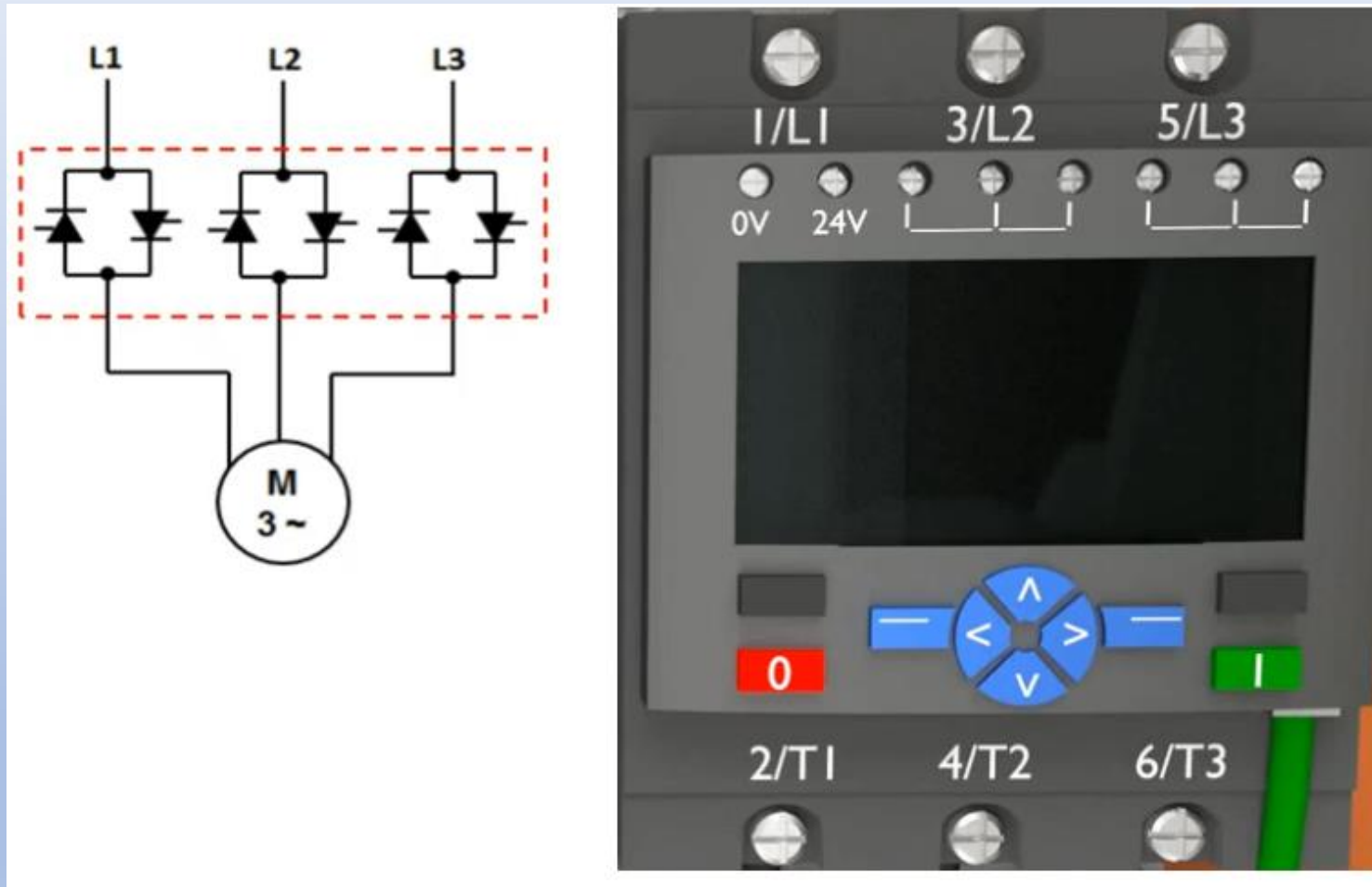
Soft-starter



- ❖ Algumas características e vantagens das chaves *soft-starters* são:
 - Ajuste da tensão de partida por um tempo pré-definido;
 - Pulso de tensão na partida para cargas com alto conjugado de partida;
 - Redução rápida de tensão a um nível ajustável, (redução de choques hidráulicos em sistemas de bombeamento);

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

- ❑ O **soft-starter** é um equipamento eletrônico.



PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

- ❖ Seu princípio de funcionamento baseia-se em componentes estáticos: **tiristores**.
- ❖ Através do ângulo de condução dos tiristores, a tensão na partida é reduzida, diminuindo os picos de corrente gerados pela inércia da carga mecânica.
- ❖ Um dos requisitos do *soft-starter* é controlar a potência do motor, sem entretanto **alterar sua frequência** (velocidade de rotação).
- ❖ Para que isso ocorra, o controle de disparo dos SCRs (tiristores) atua em dois pontos: controle por tensão zero e controle de corrente zero.

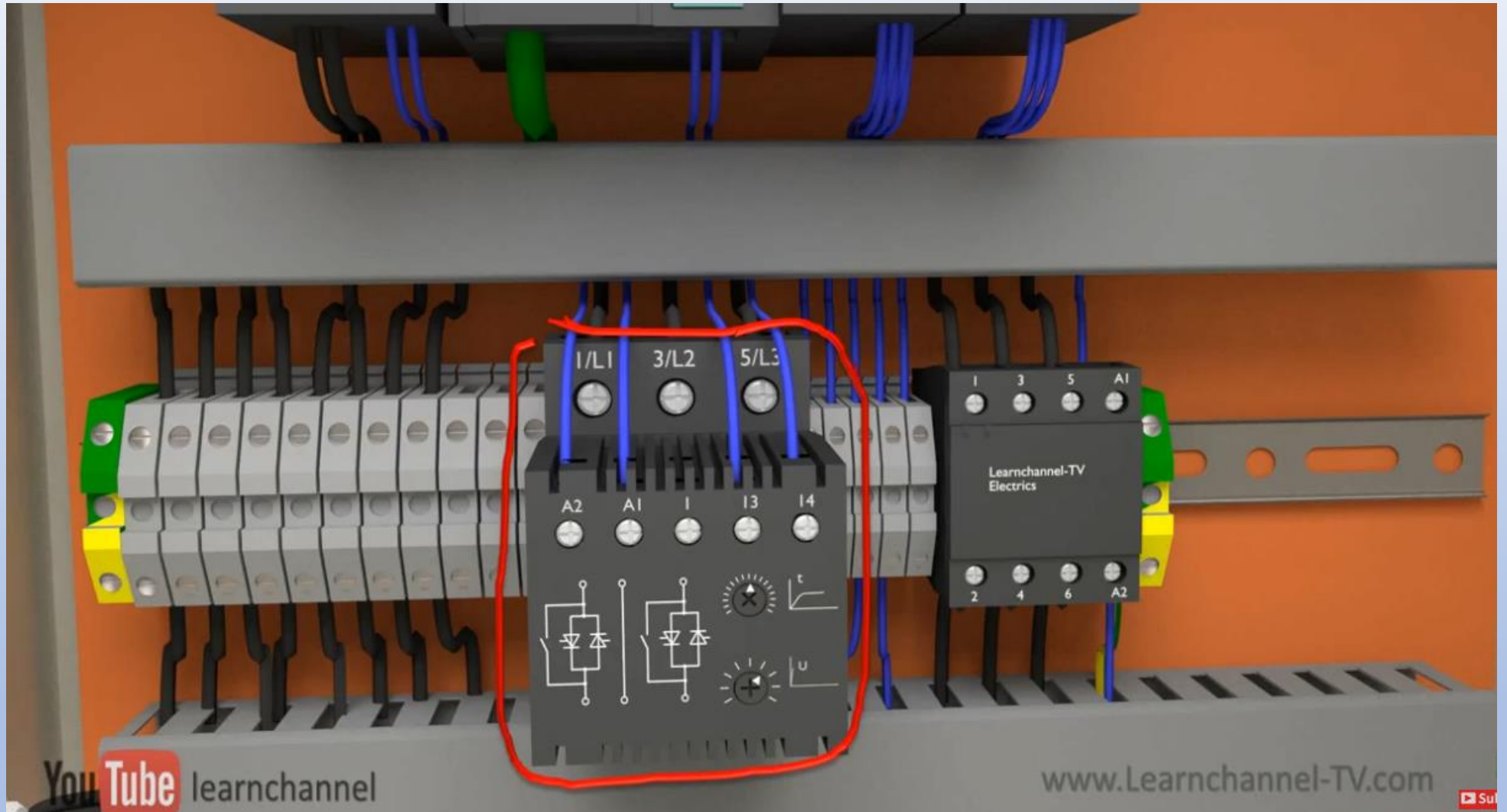


PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

- ❑ O sistema de controle possui ajuste da corrente de partida, que evita a subida excessiva da mesma.
- ❑ O método utilizado é o de *incremento linear do ângulo de condução do tiristor*, em ligação antiparalelo, nas três fases, resultando em aumento suave da tensão no estator do motor.
- ❑ Com o crescimento da tensão, aumenta também o torque, até que vencido o conjugado da carga, o motor inicia a girar, sendo que em seguida é limitada a corrente de partida máxima permissível.



Partida suave para motores de indução trifásico



<https://www.youtube.com/watch?v=QCQFFUdYF94>



FUNÇÕES PRINCIPAIS

□ Seleção de ajuste local da rampa de aceleração

- ❖ Este ajuste se refere ao ajuste da corrente limitada na partida do motor. Permite suavizar a subida de corrente no motor, de zero até a corrente de partida. Esta suavização visa evitar trancos no motor e na carga. Ela não é responsável direta pelo tempo de partida efetiva do motor.
- ❖ O tempo de partida é, por outro lado, dependente do nível de corrente de partida e da carga. Este ajuste de “Rampa de Aceleração” deve ser sempre o menor possível, para suavizar a partida e não prolongar demais o início de giro do motor, otimizando a operação.
- ❖ Este ajuste é especialmente importante em motores com pouca carga ou sem carga, os quais, devido a tendência de rápida aceleração, tendem a oscilarem.



FUNÇÕES PRINCIPAIS

❑ Seleção de ajuste local da rampa de aceleração

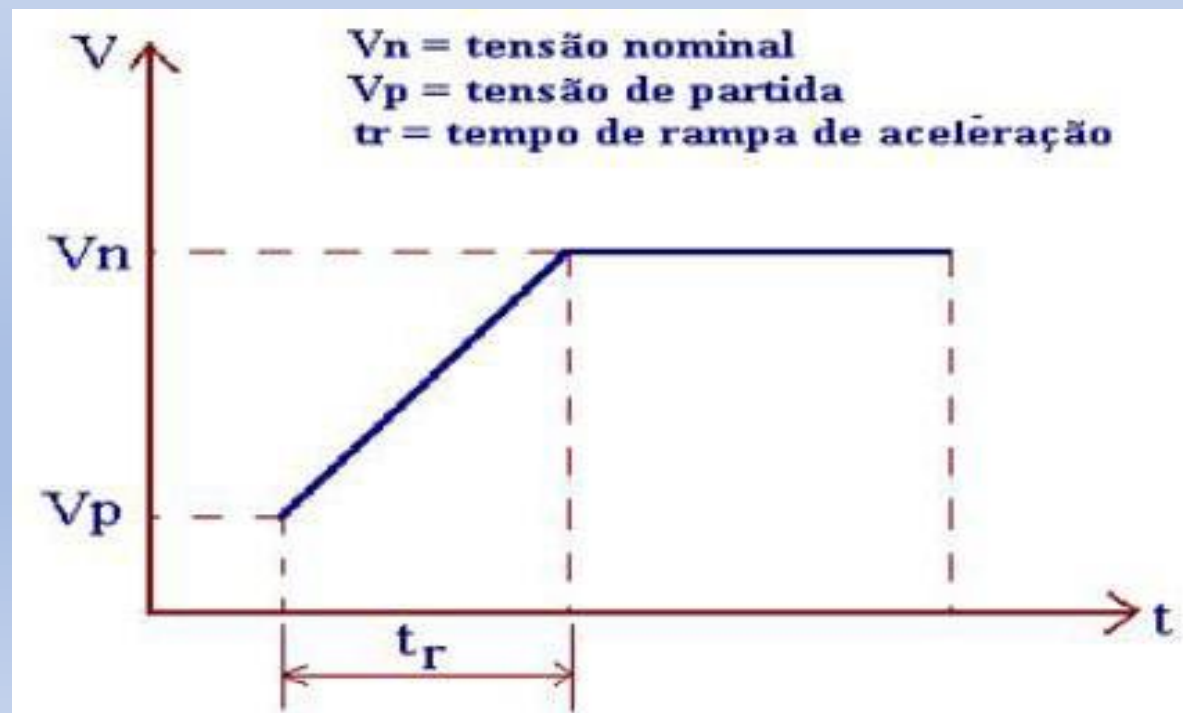
- ❖ Este ajuste é o principal, sendo diretamente responsável pelo tempo de partida do motor.
- ❖ Quanto mais alta a corrente admissível, mais rápida será a partida. Esta corrente poderá atingir até 4 vezes a corrente nominal do motor, conforme o caso.
- ❖ Após a subida inicial, suave da corrente, a mesma permanecerá no nível ajustado até o final de partida.



FUNÇÕES PRINCIPAIS

❑ Seleção de ajuste local da rampa de aceleração

- ❖ Para que a partida do motor ocorra de modo suave, o usuário deve parametrizar a tensão inicial (V_p) de modo que ela assuma o menor valor possível suficiente para iniciar o movimento da carga. A partir daí, a tensão subirá linearmente segundo um tempo também parametrizado (t_r) até atingir o valor nominal.



FUNÇÕES PRINCIPAIS

☐ Seleção de parada por corrente ou por rotação

- ☐ Em caso de seleção de parada suave e comando de parada suave no botão correspondente, o *soft-starter* inicia a parada do motor obedecendo à rampa de parada ajustada, por corrente ou por rotação do motor.
- ☐ Nos dois casos, a rotação diminui em rampa, sendo que no segundo caso a precisão é maior pois a corrente fica livre para aumentar ou diminuir, compensando a carga.



FUNÇÕES PRINCIPAIS

❑ Seleção de parada por corrente ou por rotação

- ❑ A rampa de parada é útil em casos onde a parada brusca é prejudicial mecanicamente. Isso pode acontecer em *bombas de recalque*, para evitar golpe de aríete, e em *motores com redutores de alta relação*, que, ao parar instantaneamente, ocasiona problemas devido a massas de alta inércia acoplados no lado de baixa rotação do redutor.
- ❑ A mesma é efetuada obedecendo esta rampa, ou por diminuição gradual da corrente ou por diminuição gradual da velocidade deixando a corrente livre para variar até o valor de 5 vezes a corrente nominal.



FUNÇÕES PRINCIPAIS

❑ **Função de frenagem**

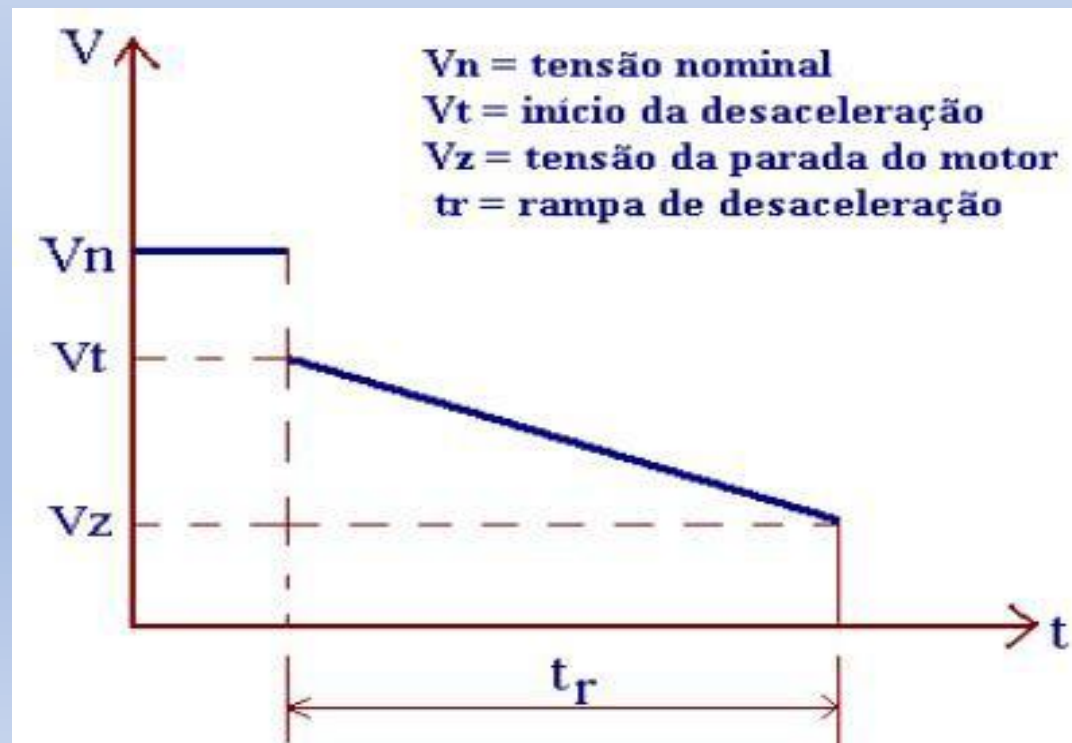
- ❑ Esta função permite a parada com frenagem por injeção de corrente CC igual a aproximadamente duas vezes a nominal do motor.
- ❑ Só é ativa em caso de Parada Normal (Full Stop). O tempo de injeção de corrente CC é ajustável de 2 a 15 segundos e deve ser ajustada para o valor ideal, durante o *StartUp*, de modo que a frenagem seja interrompida logo após a parada efetiva do motor.



FUNÇÕES PRINCIPAIS

☐ Função de frenagem

- ❖ Na frenagem, a tensão deve ser reduzida instantaneamente a um valor ajustável (V_t), que deve ser parametrizado no nível em que o motor inicia a redução da rotação. A partir desse ponto, a tensão diminui linearmente (rampa ajustável (t_r)) até a tensão final V_z , quando o motor parar de girar. Nesse instante, a tensão é desligada.



FUNÇÕES PRINCIPAIS

□ Função Booster

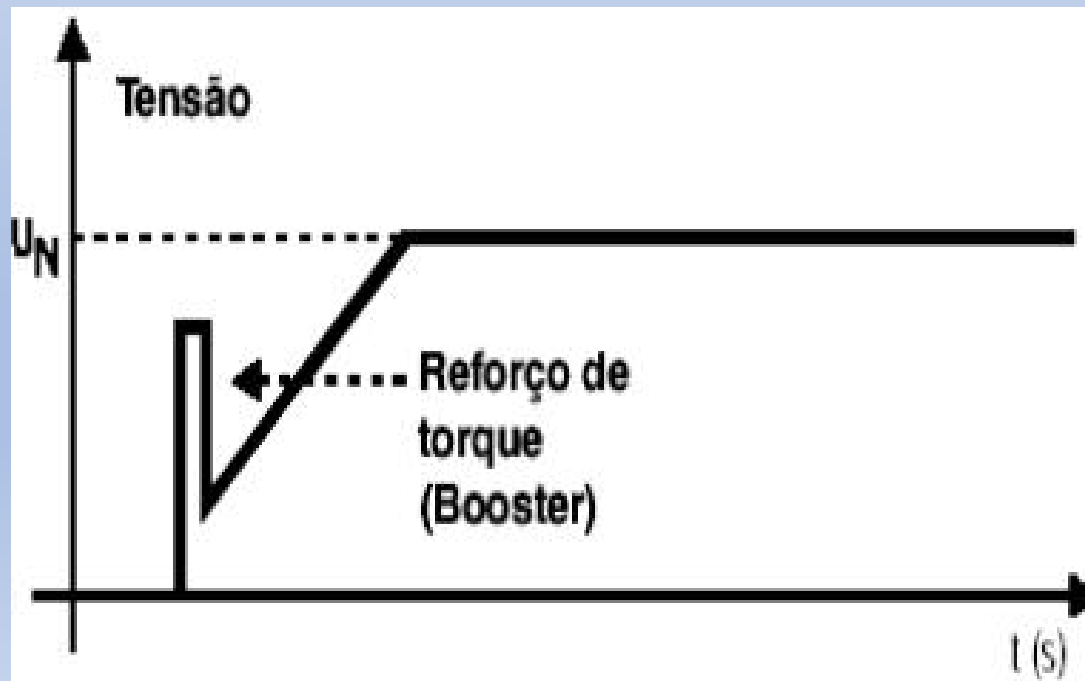
- ❖ Esta função permite que para cargas com muita inércia ou atrito o *soft- starter* injete inicialmente por um período de 0 a 2 segundos, ajustável, uma corrente de 5 vezes a nominal do motor, retomando em seguida a rampa de partida ajustada.
- ❖ Só deve ser usado onde absolutamente necessário e pelo menor tempo que surta o efeito desejado, para evitar sobrecorrentes desnecessárias na instalação.



FUNÇÕES PRINCIPAIS

□ Função Booster

- ❖ Uma das facilidades que torna ainda mais interessante a utilização desse equipamento no acionamento de bombas é o recurso **kick-start**. O *kick-start* é um pulso de tensão rápido e de grande amplitude aplicado no instante da partida. Isso ajuda a vencer a inércia de partida quando há a presença de sólidos na bomba (sujeira).

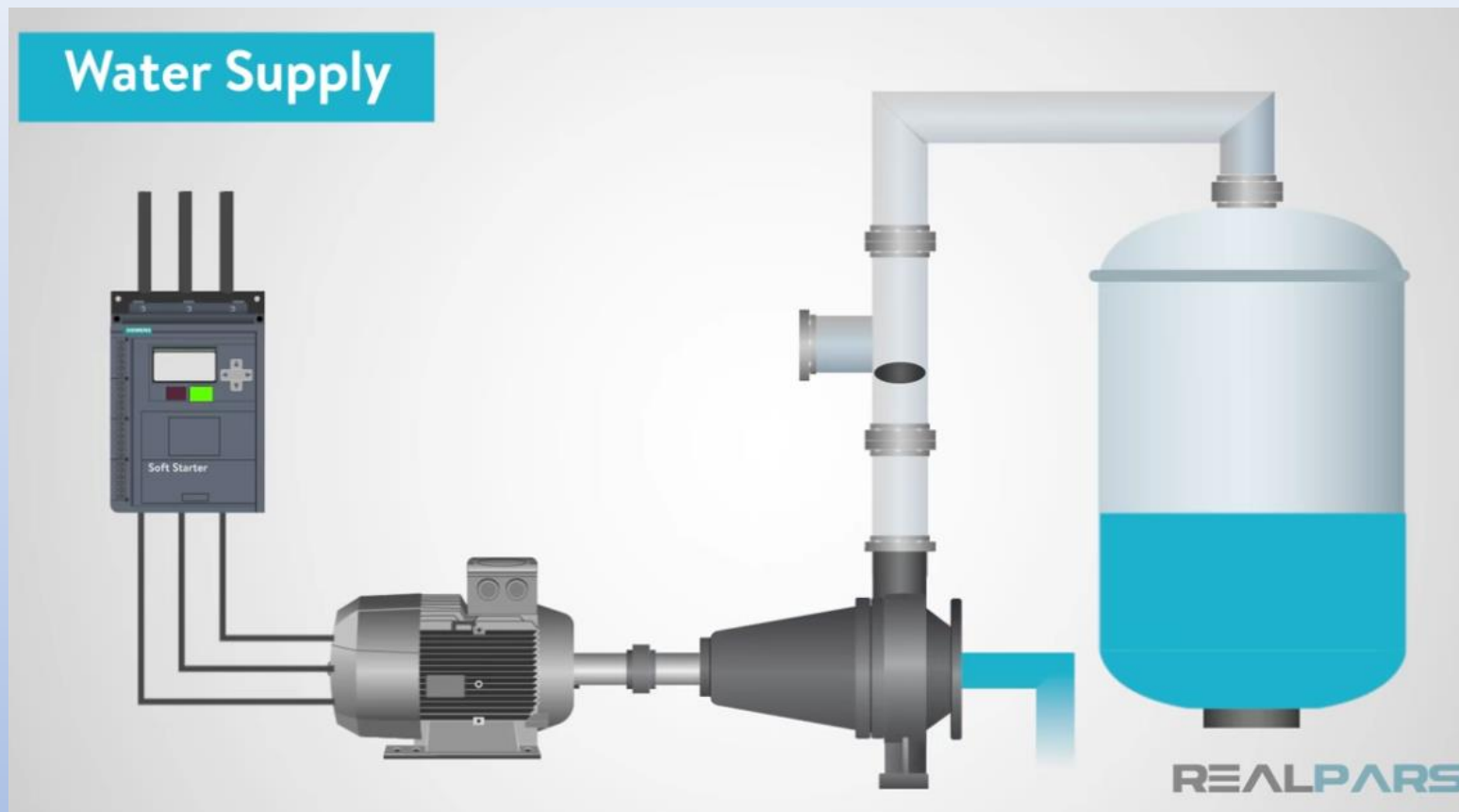


APLICAÇÕES

- Bombas centrífugas (saneamento, irrigação, petróleo);
- Ventiladores, exaustores e sopradores;
- Compressores de ar e refrigeração;
- Misturadores e aeradores;
- Britadores e moedores;
- Picadores de madeira;
- Refinadores de papel;



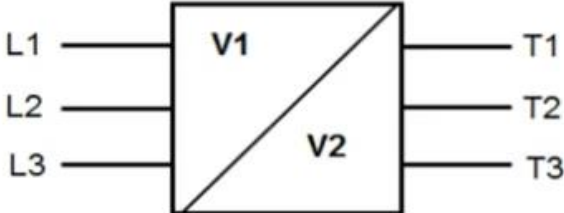
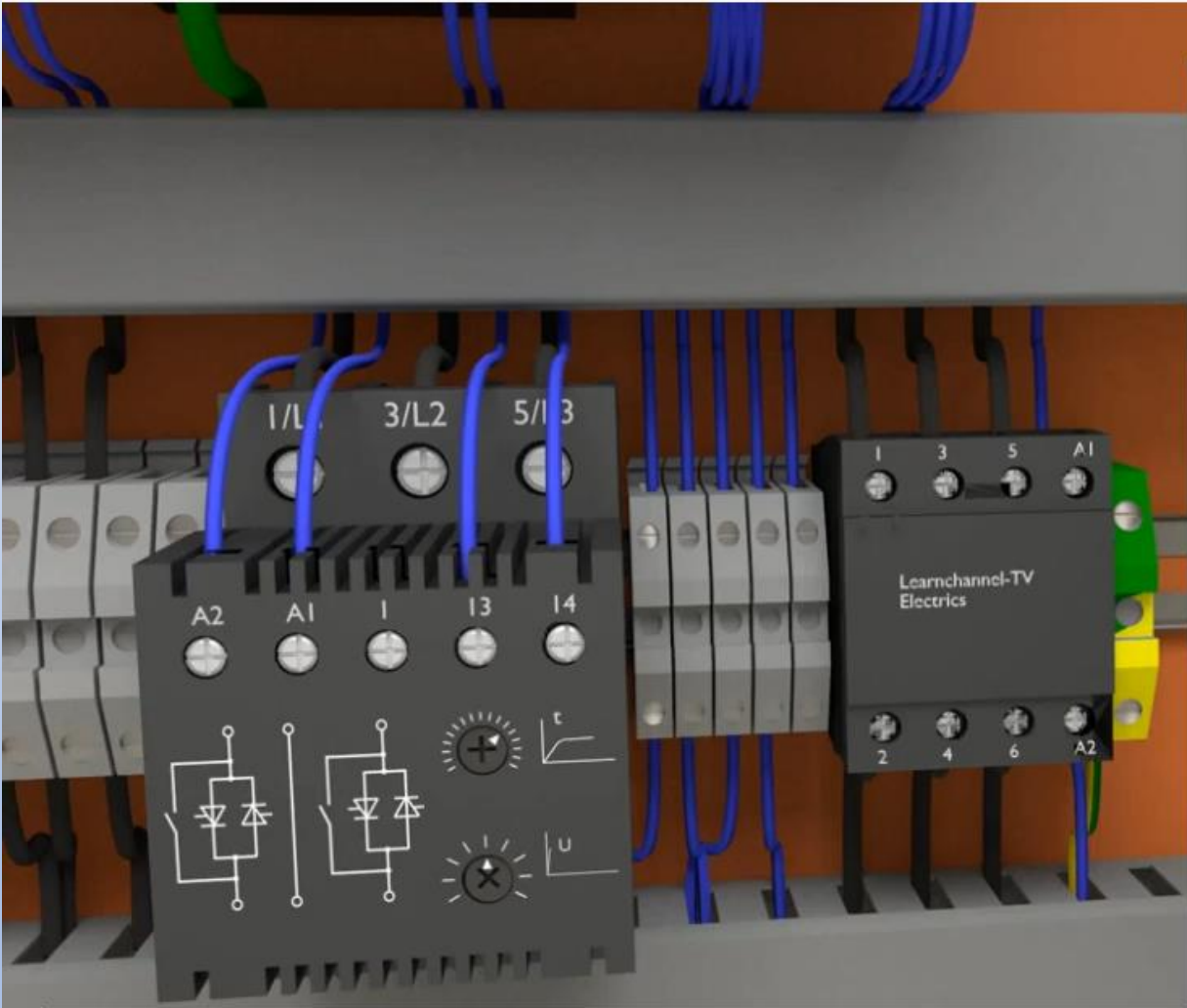
APLICAÇÕES



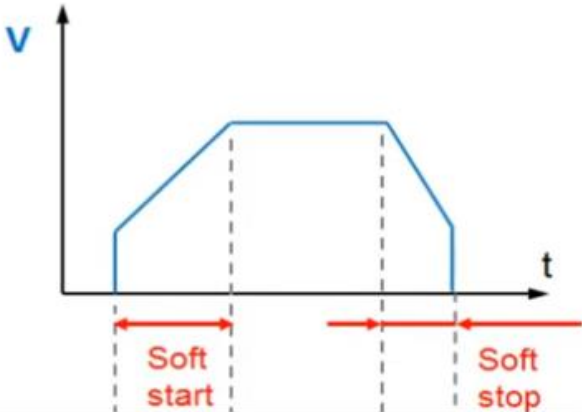
<https://www.youtube.com/watch?v=6X71RZWvOvc>



APLICAÇÕES

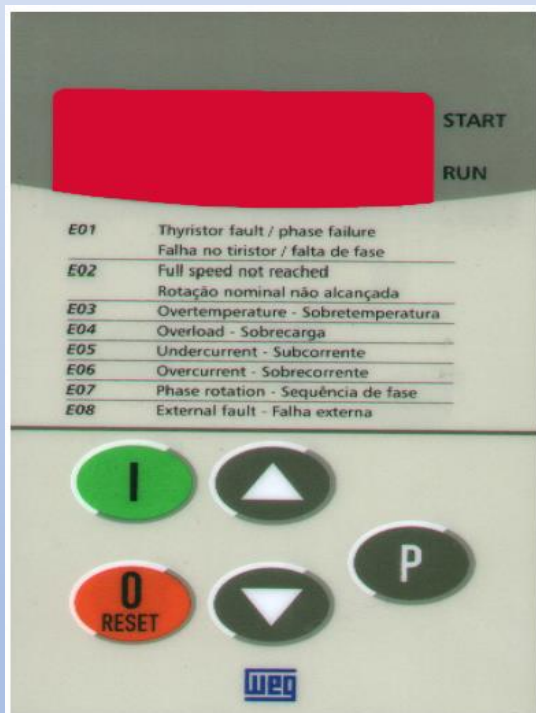


No change in frequency !



Soft-Starter WEG SSW-XX

- ❖ A IHM - 3P consiste de um display de led's com 4 dígitos de 7 segmentos , 2 led's sinalizadores e 5 teclas.



Soft-Starter WEG SSW-XX

❖ Funções do Display de LEDs

- Mostra número do parâmetro ou o seu conteúdo e também mensagens de erro e estado.

❖ Funções dos LEDs

- START Indica que a soft-starter recebeu comando de partida ou parada (motor acionado).
- RUN Indica estado da chave; se em rampa de aceleração/desaceleração ou tensão plena.



Soft-Starter WEG SSW-XX

❖ Funções Básicas das Teclas



Aciona o motor via rampa.



Desaciona o motor via rampa (quando programado). Reseta a soft-starter após ocorrência de erros.



Comuta display entre o número do parâmetro e o seu conteúdo



Incrementa o número do parâmetro ou o seu conteúdo.



Decrementa o número do parâmetro ou o seu conteúdo.



Soft-Starter WEG SSW-XX

❖ Funções Básicas das Teclas

Quando programadas P61=ON
Funcionam como "I" (aciona), "O" (desaciona) o motor.



O motor acelera e desacelera conforme ajuste das rampas.



Parâmetros de Configuração

- ❖ Para facilitar a descrição os parâmetros foram agrupados por tipos

Parâmetros de Leitura	Variáveis que podem ser visualizadas, mas não podem ser alteradas pelo usuário.
Parâmetros de Regulação	São valores ajustáveis a serem utilizados pelas funções da Soft-Starter.
Parâmetros de Configuração	Definem as características da Soft-Starter SSW-07/SSW-08, as funções a serem executadas, bem como as funções das entradas/saídas do cartão de controle.
Parâmetros do Motor	São os dados de catálogo ou de placa do motor.
Parâmetros das Funções Especiais	Inclui os parâmetros relacionados às funções especiais.
Parâmetros de Proteção	Parâmetros relacionados aos níveis e tempo de atuação das proteções do motor.

Convenções e definições utilizadas no texto a seguir:

- (1) Parâmetros alteráveis somente com motor parado.
- (2) Parâmetros não alterados no padrão de fábrica (P204 = 5).
- (3) Parâmetros alteráveis somente em modo HMI (P219 = 1). Com P219 = 0 os parâmetros são considerados do tipo leitura.



Parametros de Configuracao

6.1. PARÂMETROS DE ACESSO E DE LEITURA - P000 a P099

Parâmetro	Faixa [Ajuste fábrica] Unidade	Descrição / Observações
P000 Acesso aos parâmetros	0 a 9999 [0] -	<input checked="" type="checkbox"/> Libera o acesso para alteração do conteúdo dos parâmetros. <input checked="" type="checkbox"/> Com valores ajustados conforme o padrão de fábrica [P200=1 (Senha Ativa)] é necessário colocar P000=5 para alterar o conteúdo dos parâmetros.
P001 Corrente do motor %In da SSW-07/SSW-08	0.0 a 999.9 [-] 0.1%	<input checked="" type="checkbox"/> Indica a corrente de saída da Soft-Starter SSW-07/SSW-08 em percentual da corrente nominal da Soft-Starter (%In da SSW-07/SSW-08). <input checked="" type="checkbox"/> Precisão de $\pm 2\%$ para fundo de escala. (Fundo de escala é 5 x In da SSW-07/SSW-08).
P002 Corrente do motor %In do motor	0.0 a 999.9 [-] 0.1%	<input checked="" type="checkbox"/> Indica a corrente de saída da Soft-Starter SSW-07/SSW-08 em percentual da corrente nominal do Motor (%In do Motor). <input checked="" type="checkbox"/> Precisão de $\pm 2\%$ para fundo de escala. (Fundo de escala é 5 x In da SSW-07/SSW-08).
P003 Corrente do motor	0.0 a 6553 [-] 0.1A	<input checked="" type="checkbox"/> Indica a corrente de saída da Soft-Starter SSW-07/SSW-08 em ampères (A). <input checked="" type="checkbox"/> Precisão de $\pm 2\%$ para fundo de escala. (Fundo de escala é 5 x In da SSW-07/SSW-08).
P005 Frequência da rede de alimentação	0.0 a 99.9 [-] 0.1Hz	<input checked="" type="checkbox"/> Indica a frequência da rede de alimentação em Hertz (Hz). <input checked="" type="checkbox"/> Precisão de $\pm 5\%$ da frequência nominal da rede de alimentação.



Parametros de Configuracao

6.5. PARÂMETROS DO MOTOR - P400 a P499


Parâmetro	Faixa [Ajuste fábrica] Unidade	Descrição / Observações
P400 ⁽¹⁾ Tensão nominal do motor	1 a 999 [380] 1V	<input checked="" type="checkbox"/> Ajustar de acordo com os dados de placa do motor e conforme o tipo de ligação.
P401 ⁽¹⁾⁽²⁾ Ajuste da corrente do motor	30.0 a 100.0 [100.0] 0.1%	<input checked="" type="checkbox"/> Ajusta o valor da corrente do motor percentualmente em relação a corrente nominal da chave. $P401 = \frac{I_n \text{ Motor}}{I_n \text{ SSW}} \times 100\%$ <input checked="" type="checkbox"/> O valor deste parâmetro está diretamente relacionado com os níveis de atuação das proteções por corrente do motor. <input checked="" type="checkbox"/> Com P219 = 0, o conteúdo do parâmetro indica o valor ajustado através do trimpot Motor Current. <input checked="" type="checkbox"/> Com P219 = 1, o conteúdo do parâmetro indica o valor programado através de comunicação serial ou HMI.
P406 ⁽¹⁾ Fator de serviço	1.00 a 1.50 [1.00] -	<input checked="" type="checkbox"/> Ajustar o fator de serviço de acordo com os dados de placa do motor.



Parametros de Configuracao

❖ PARÂMETROS PADRÃO DE FÁBRICA

Todos os valores de parâmetros já ajustados serão perdidos (substituídos pelos padrões de fábrica).

- 1) Desabilitar a soft-starter
- 2) Ajustar P00=ON
- 3) Ajustar P46=ON
- 4) Pressionar tecla 
- 5) O display irá indicar "EPP" durante o carregamento dos valores "DEFAULT"



Parametros de Configuracao

❖ LIBERACAO PARA CONFIGURACAO DOS PARÂMETROS

P00-Parâmetro de acesso

Libera o acesso para alteração dos parâmetros.

P00	ACESSO
OFF	Leitura dos parâmetros
ON	Alteração dos parâmetros

<https://www.youtube.com/watch?v=I3FXW0t2Z2k>



Conclusões



Referência

<http://professorcesarcosta.com.br/disciplinas/t6cv2n6cv2con v2>

http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Apostila_Maquinas%20Eletricas_UNESP.pdf

http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/maquinas%20eletricas%20senai.pdf

http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Referencia%20Rapida%20Soft%20starter%20ssw-04%20WEG.pdf

http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Manual%20Soft%20Starter%20ssw04.pdf