

Conversão de Energia II

CONV2[N6]

Prof. Dr. Cesar da Costa

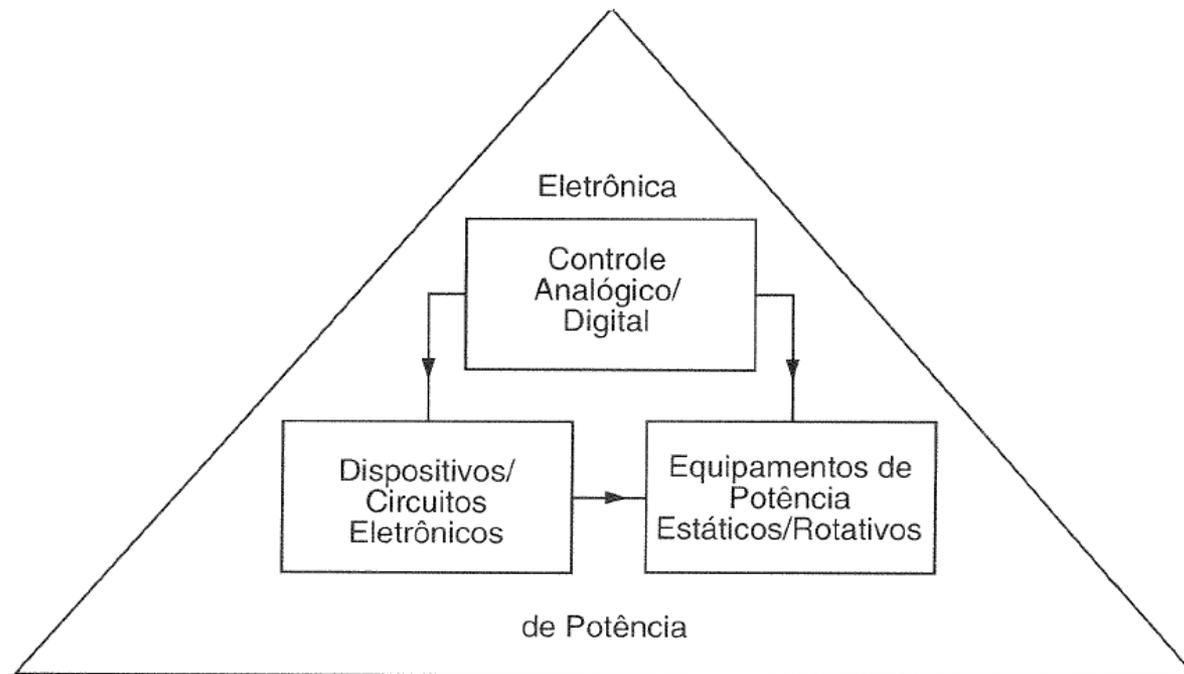
9.a Aula: Revisão Eletrônica de Potência (Parte 1)

ELETRÔNICA DE POTÊNCIA

- A eletrônica de potência combina potência, eletrônica e controle.
- ❖ O **controle** trata das características dinâmicas e de regime permanente dos sistemas de malha fechada.
- ❖ A **potência** cuida de equipamentos de potência rotativos e estáticos para a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.
- ❖ A **eletrônica** trata dos dispositivos e circuitos de estado sólido para o processamento de sinais que permitam alcançar os objetivos de controle desejados.

ELETRÔNICA DE POTÊNCIA

- ❖ A *eletrônica de potência* pode ser definida como a aplicação da eletrônica de estado sólido para o controle e conversão da energia elétrica. O inter-relacionamento da eletrônica de potência com a energia, a eletrônica e o controle é mostrado na Figura 1.1.



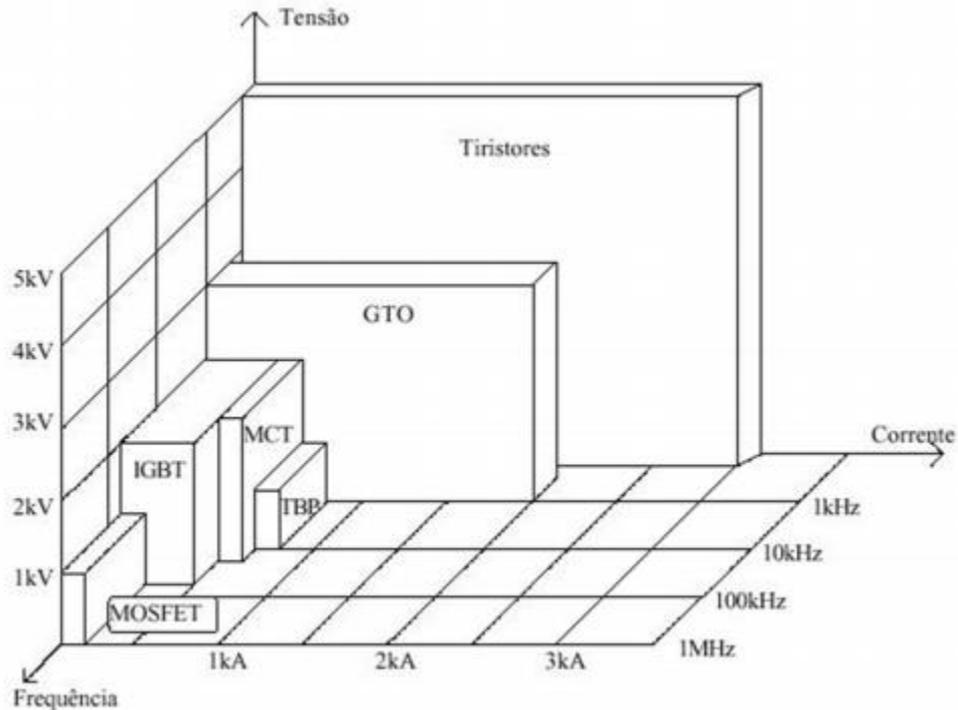
Eletrônica de Potência

- A eletrônica de potência trata das aplicações de dispositivos semicondutores de potência, como **tiristores e transistores**, na conversão e no controle de energia elétrica em níveis altos de potência aplicados à indústria.
- Essa conversão é normalmente de AC para DC ou vice-versa, enquanto os parâmetros controlados são tensão, corrente e frequência.

Aplicações da Eletrônica de Potência

- A transferência de potência elétrica de uma fonte para uma carga pode ser controlada pela variação da tensão de alimentação (com o uso de um transformador variável) ou pela inserção de um regulador (como uma chave).
- Os dispositivos semicondutores utilizados como chaves têm a vantagem do porte pequeno, do custo baixo, da eficiência e da utilização para o controle automático da potência.
- Os principais dispositivos como **Tiristores/ SCR** e **IGBT** são usados como elementos de chaveamento e controle de fornecimento de energia de máquinas e motores elétricos.

Comparação entre os semicondutores



- ❖ Limites de operação de componentes semicondutores de potência.

Tiristor

- ❑ O tiristor é um dispositivo de quatro camadas e membro da família dos semi-condutores que tem dois estados estáveis de operação: um estado apresenta corrente aproximadamente igual a zero, e o outro tem uma corrente elevada; limitada apenas pela resistência externa.

- ❑ O tiristor pode ser considerado uma chave unidirecional que substitui, com vantagens, por exemplo, contadores e relés de grande capacidade.

Tiristor

- ❑ Tornou-se vantajoso no controle de grandes potências.
- ❖ Dispositivo leve, pequeno, confiável, de ação rápida;
- ❖ Pode ser ligado com correntes muito reduzidas; e
- ❖ Não apresenta problemas de desgaste mecânico porque não possui partes móveis.

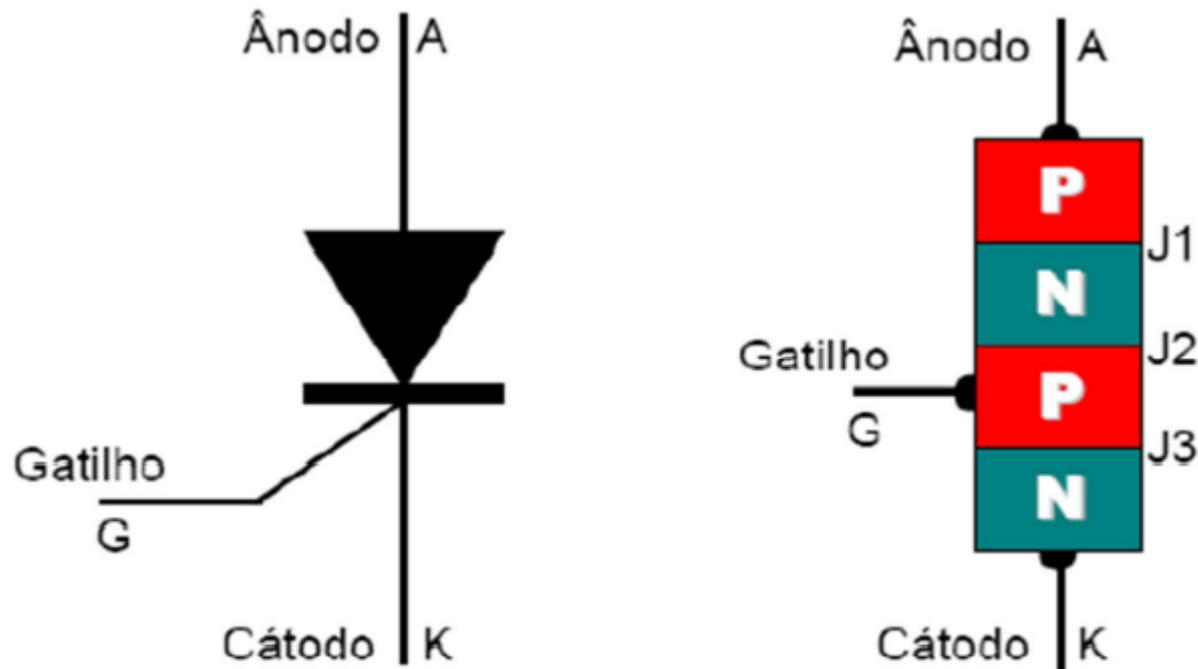


SCR

- ❑ SCR (Silicon Controlled Rectifier) - Retificador Controlado de Silício.
- ❖ É o tiristor de uso mais difundido.
- ❖ Possui 3 terminais:
 - anodo e catodo, pelos quais flui a corrente.
 - E a porta (ou gate) que, a uma injeção de corrente, faz com que se estabeleça a corrente entre anodo e catodo.

SCR

- Simbologia, camadas e junções.

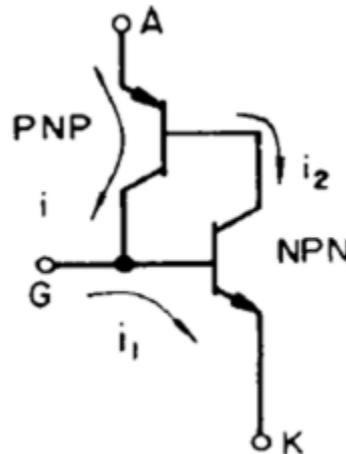


Símbolo e Camadas de Semicondutores

SCR

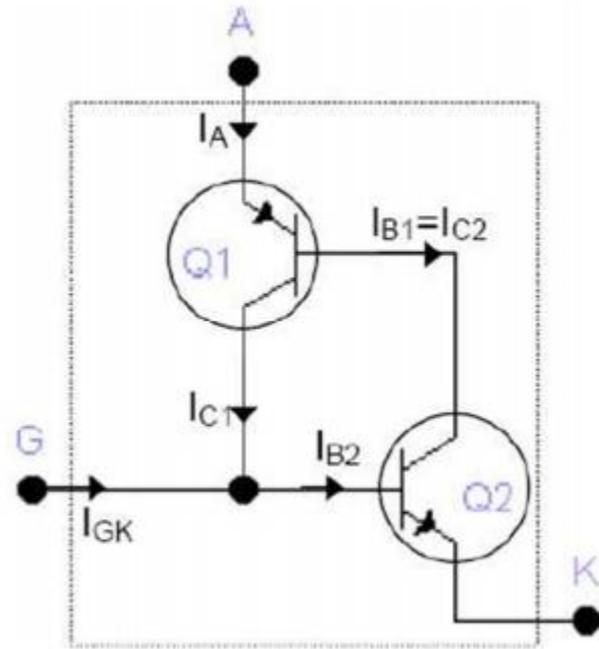
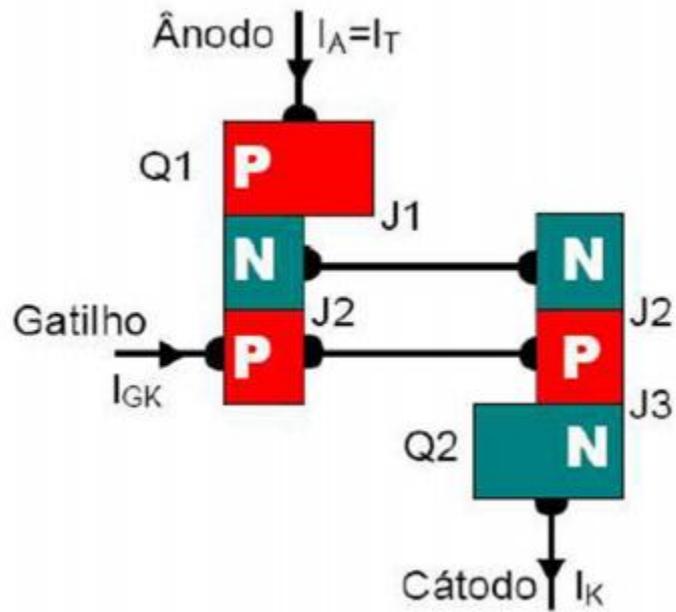
❑ Funcionamento.

- ❖ Para entendermos o funcionamento, vamos utilizar o circuito equivalente de 2 transistores.
- ❖ Aplicando-se uma tensão E (+) no anodo (A) e (-) no catodo (K) veremos que o transistor PNP e o NPN não conduzem porque não circula a corrente i_2 e a corrente i_1 .



SCR

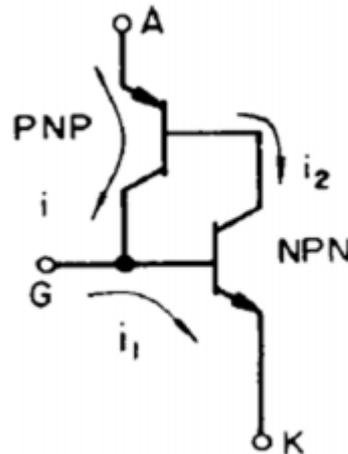
☐ Funcionamento.



SCR

❑ Funcionamento.

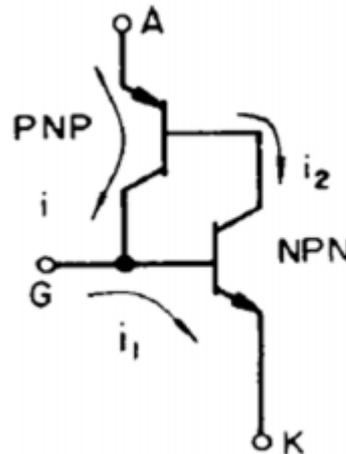
- ❑ Aplicando agora um pulso positivo no gate (G) em relação ao catodo, (o pulso deve ter amplitude maior que 0,7 V, pois entre G e K existe uma junção PN formando um diodo), vamos fazer circular a corrente i_1 que fará o transistor NPN entrar em condução. Com isso i_2 também irá circular fazendo com que o transistor PNP conduza.



SCR

❑ Funcionamento.

- ❑ Assim, sendo, o pulso no gate não é mais necessário pois o transistor PNP mantém o NPN conduzindo e vice-versa.
- ❑ Esse estado de condução permanecerá indefinidamente. A única maneira de desligar o SCR é fazer a tensão E (entre anodo e catodo) igual a zero.



SCR

☐ Funcionamento.

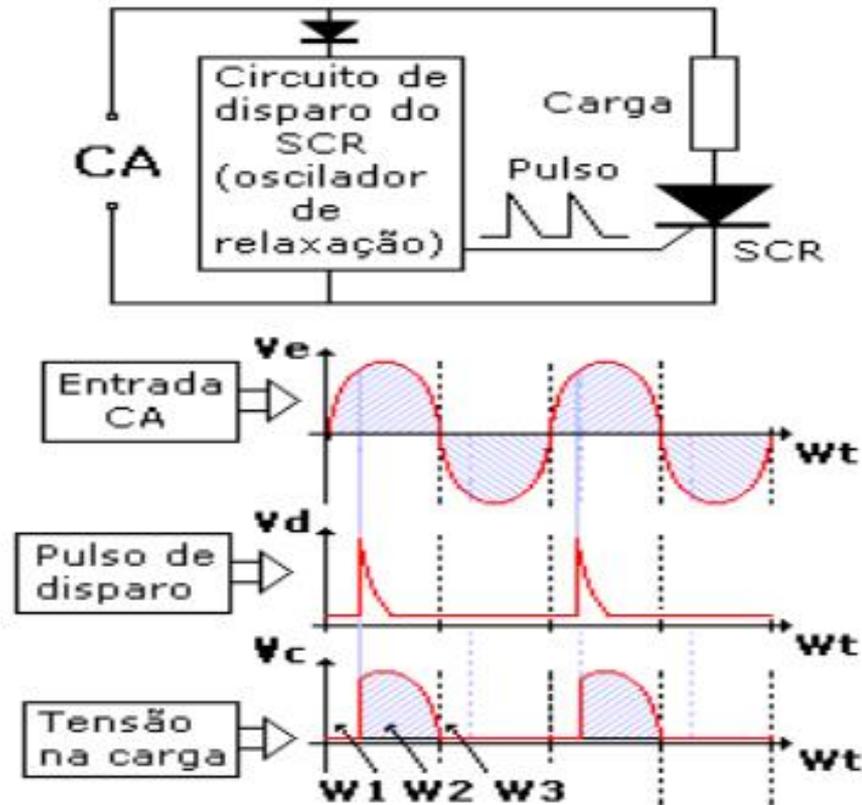


Figura 01 - Tiristor e formas de ondas na entrada, na carga e pulso de disparo.

SCR

□ Características Básicas.

- ❖ São chaves estáticas bi-estáveis, ou seja, trabalham em dois estados: **não condução** e **condução**, com a possibilidade de controle.
- ❖ O uso do silício foi utilizado devido a sua alta capacidade de potência e capacidade de suportar altas temperaturas.
- ❖ Apresentam alta velocidade de comutação e elevada vida útil.

SCR

□ Exemplos de encapsulamento

TO 209



500 V
100A

TO 200



1300 V
1800A

TO 208



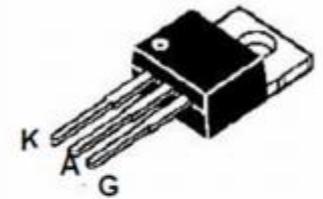
500 V
24A

TO 92



200 V
0,5 A

TO 220



700 V
12 A

Tipos de encapsulamento

SCR

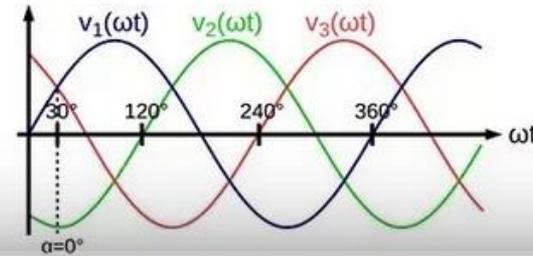
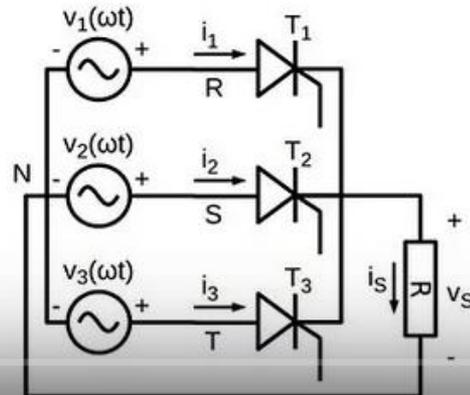
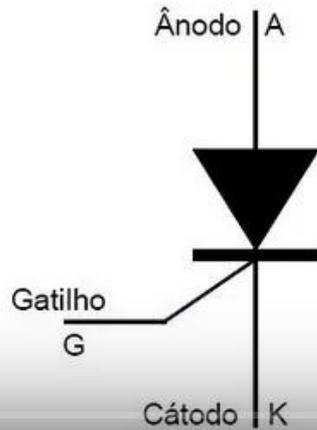
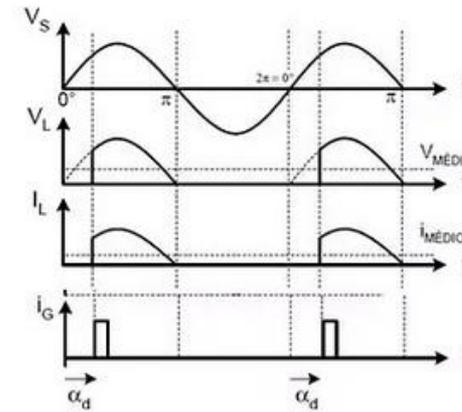
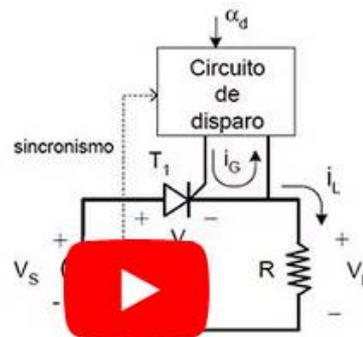
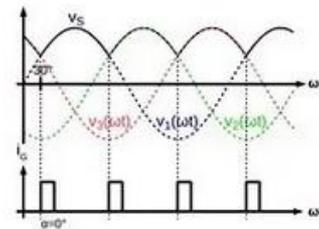
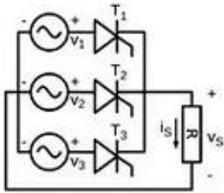
□ Aplicações

- ❖ Controles de relés e motores;
- ❖ Fontes de tensão reguladas;
- ❖ Choppers (variadores de tensão CC);
- ❖ Inversores CC-CA;
- ❖ Carregadores de bateria;
- ❖ Softstarter.

SCR

Para $\alpha=0^\circ$

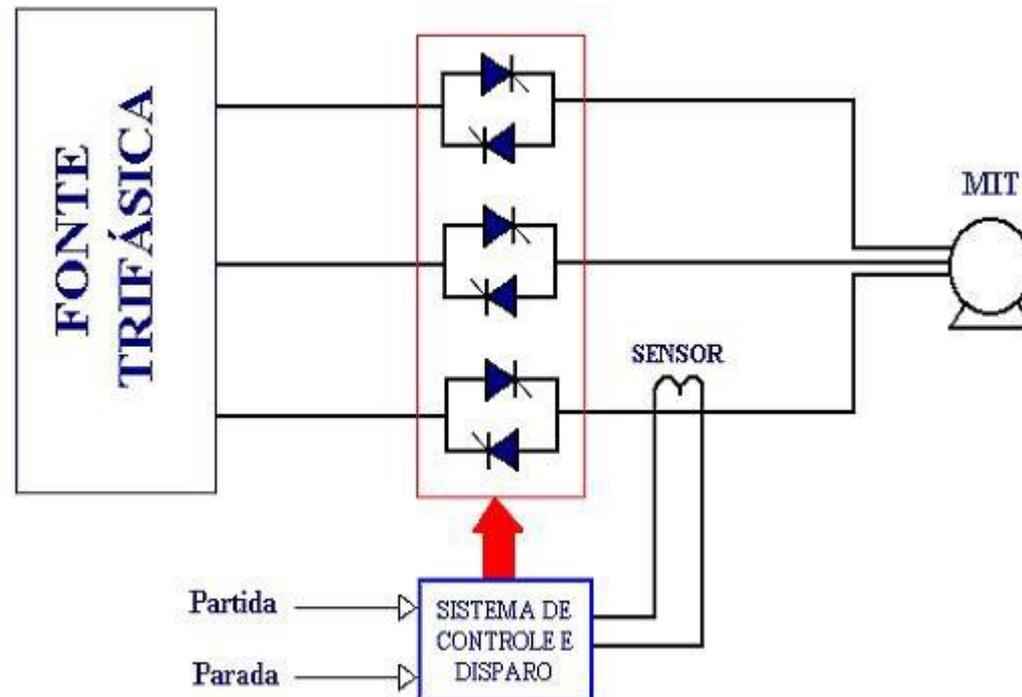
- Circuito se comporta como retificador não controlado.



<https://www.youtube.com/watch?v=wQcr6NBPkV0>

SCR

- ❑ O **soft-starter** é um equipamento eletrônico capaz de controlar a potência do motor no instante da partida, bem como sua frenagem. Ao contrário dos sistemas elétricos convencionais utilizados para essa função (partida com autotransformador, chave estrela-triângulo, etc.)..



Referências:

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

http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Apostila-Eletronica-Potencia-IFRN.pdf

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