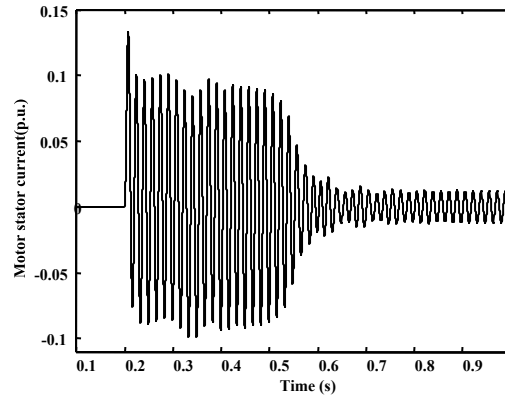
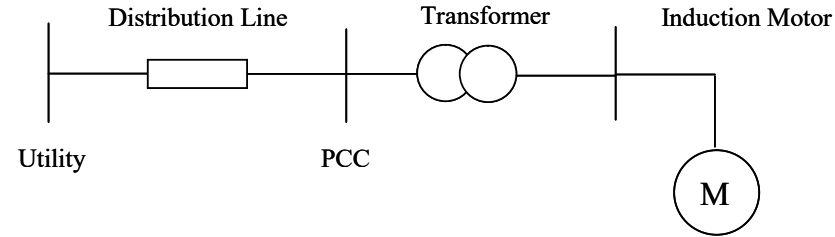


Partida de Motores

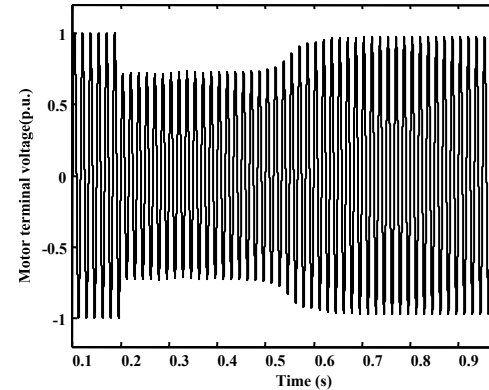
Direta, Autotransformador, Chave estrela triângulo, Soft-starter (chave eletrônica de partida), Conversor eletrônico com tensão e frequência variável, Partida via resistências externas em série com o rotor.

Partida direta



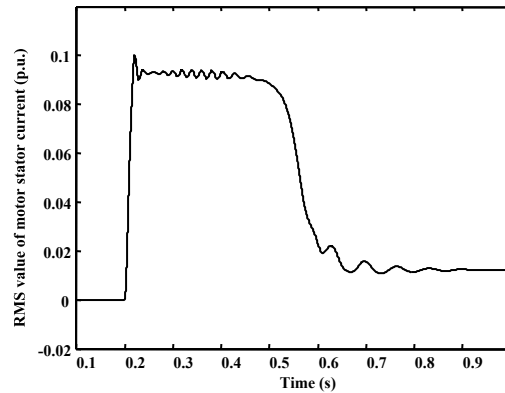
(a) Motor stator current waveform

(a) Forma de onda da corrente do estator do motor



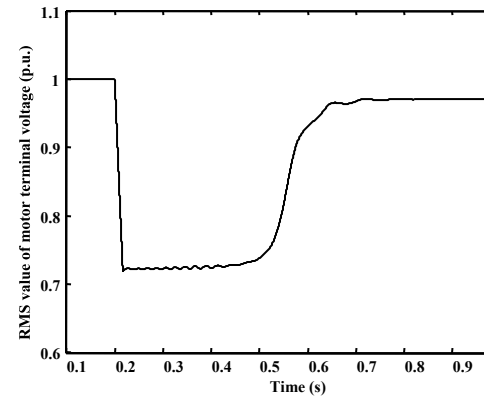
(b) PCC voltage waveform

(b) forma de onda de tensão PCC



(c) RMS value of motor stator current

(c) Valor RMS da corrente do estator do motor

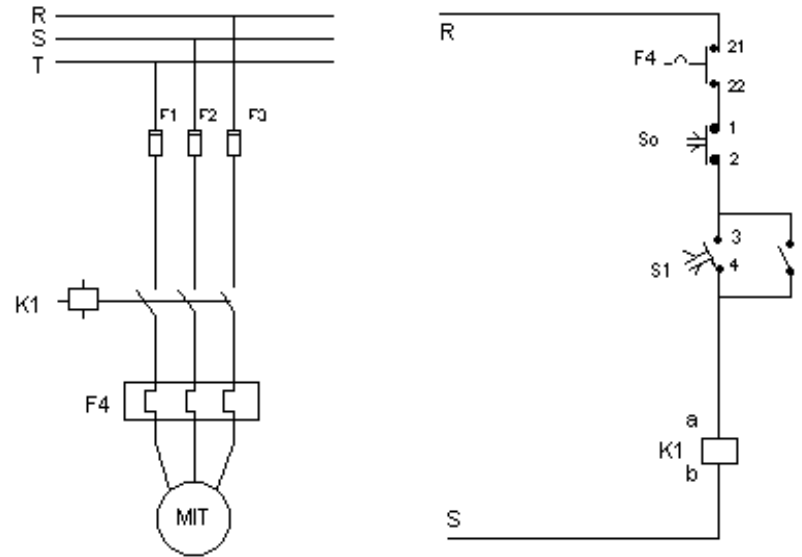


(d) RMS value of the PCC voltage

(d) Valor RMS da tensão PCC

Formas de onda de corrente e tensão de partida de motor de linha cruzada
Current and voltage waveforms of cross-line motor starting

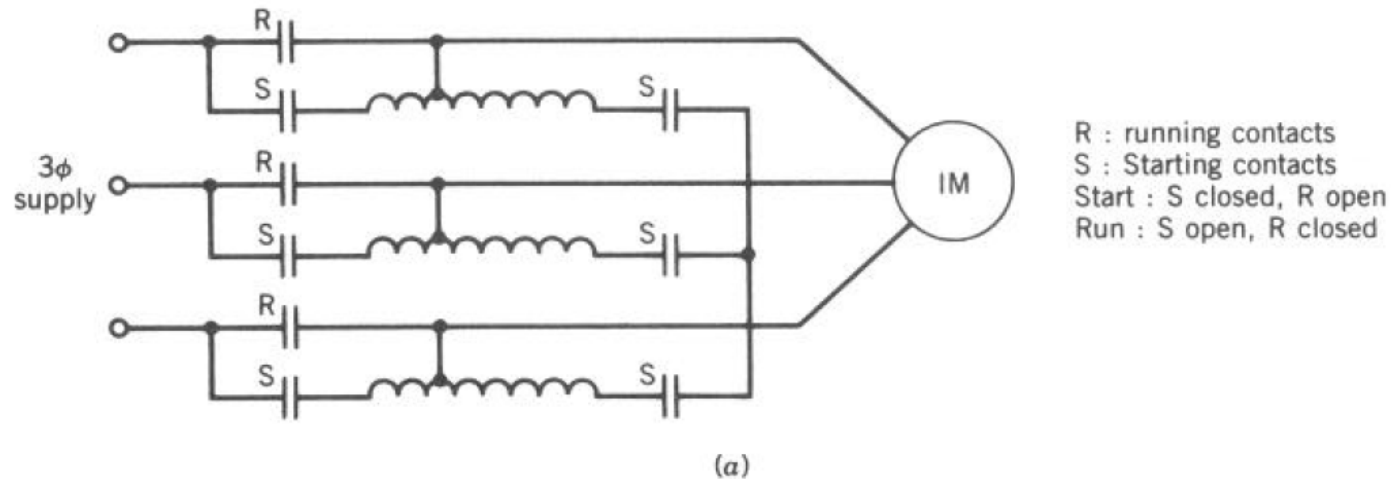
Partida direta



- Além dos problemas de qualidade de energia elétrica, ocorrem períodos de aceleração e desaceleração no eixo da máquina levando a vibrações mecânicas.

Autotransformador de partida

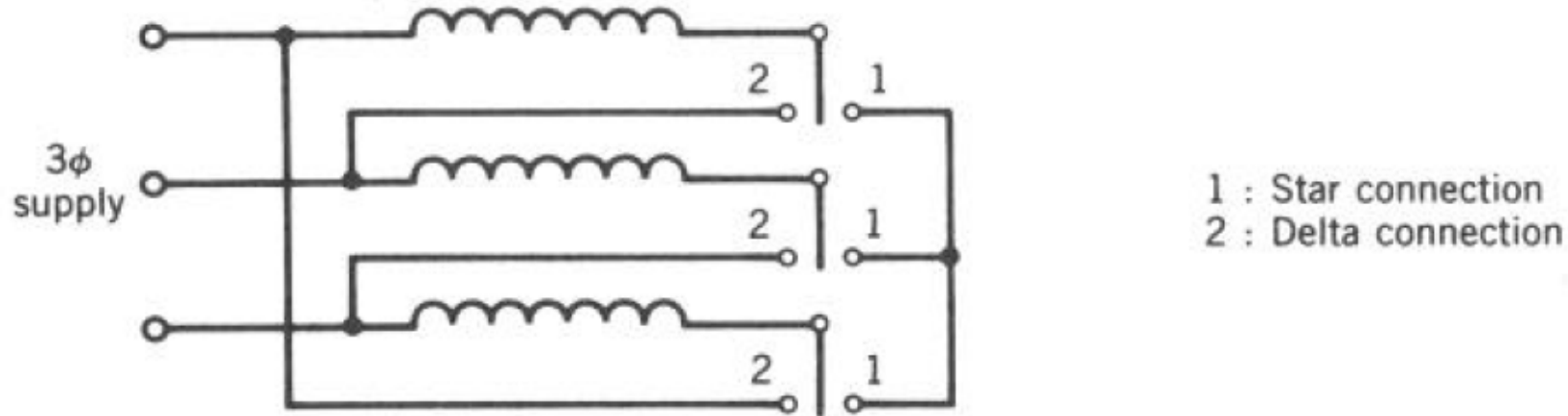
- Um autotransformador trifásico abaixador pode ser empregado na partida de forma a fornecer tensão reduzida durante a aceleração da MI até próximo da velocidade nominal.



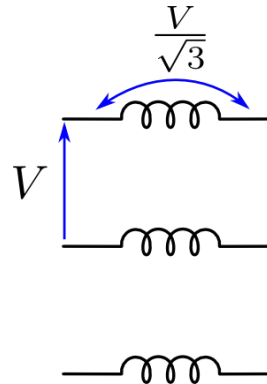
- Quando o motor atinge velocidade de regime permanente, o autotransformador é desconectado do circuito, através da ação de contadores R e S.
- Desvantagem:** Diminui o torque de partida (proporcional ao quadrado da tensão terminal) e aumenta o tempo de aceleração até a velocidade nominal, uma vez que o torque acelerante (diferença entre torque eletromagnético e torque mecânico) diminui.
- Tipicamente, parte-se a máquina em 2 ou 3 estágios em que a tensão é gradualmente aumentada (66%, 75% 100%). Isso faz com que o torque de partida não seja muito baixo.

Chave estrela triângulo

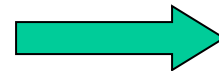
- Esse método também é empregado pra alimentar a máquina com tensão reduzida durante a partida.



- Durante a partida os contatos são fechados no ponto 1, fazendo com que os enrolamentos do estator sejam conectados em estrela (Y) com a rede. Assim, a tensão aplicada sobre o enrolamento na partida será:



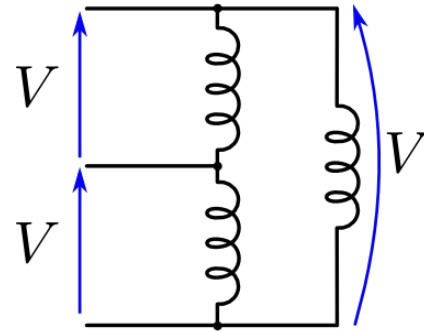
$$\frac{V}{\sqrt{3}}$$



-Redução de 42,3% ($1 - 1/\sqrt{3}$)
na corrente de partida

Chave estrela triângulo

- Em velocidade nominal, o contatos são chaveados para o ponto 2, e os enrolamentos são alimentados com a tensão terminal nominal.

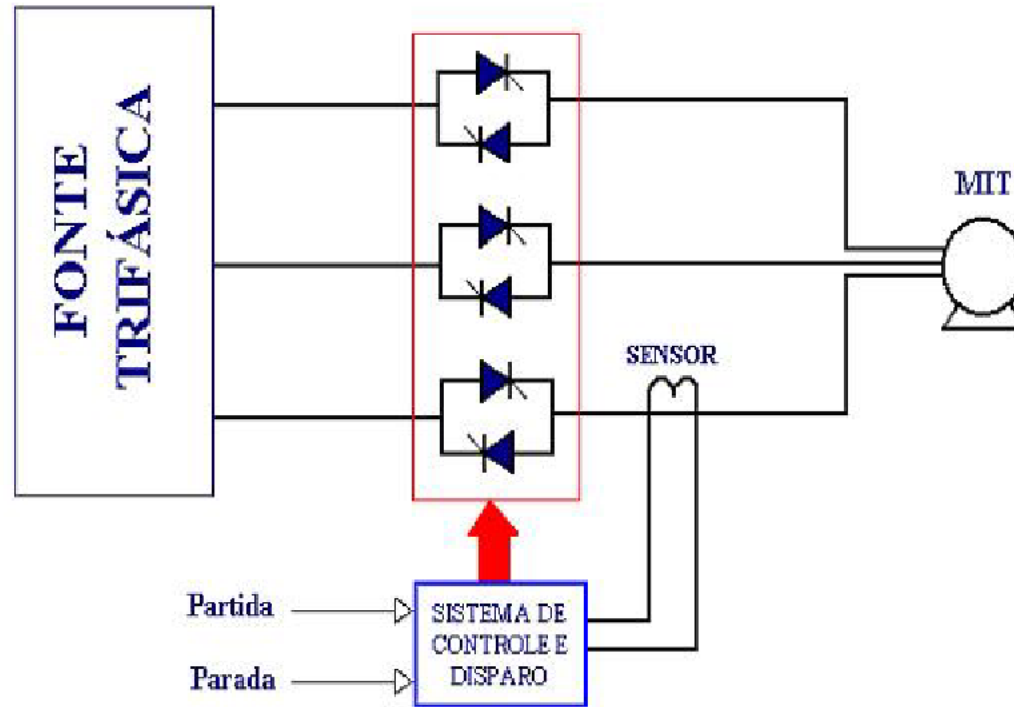


- Esse método também provoca redução do torque de partida.

Motor de Indução - Acionamento - Chave Estrela-Delta

Soft-starter (chave eletrônica de partida)

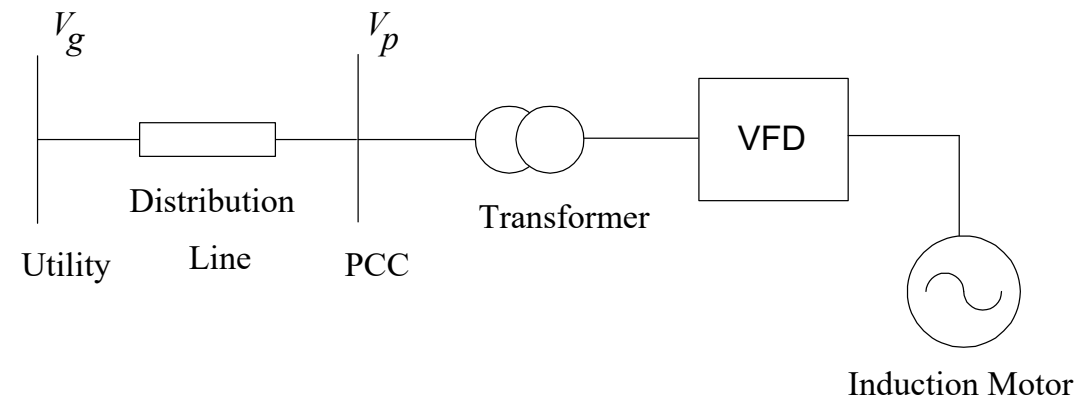
- Utilizando-se um conjunto de tiristores em anti-paralelo, pode-se partir a máquina com tensão reduzida (diminuindo a corrente de partida)



- Também reduz o torque de partida, portanto, usualmente a tensão de partida aplicada é em torno de 30-60% da tensão nominal.
- Produz distorção harmônica.

Conversor eletrônico com tensão e frequência variável

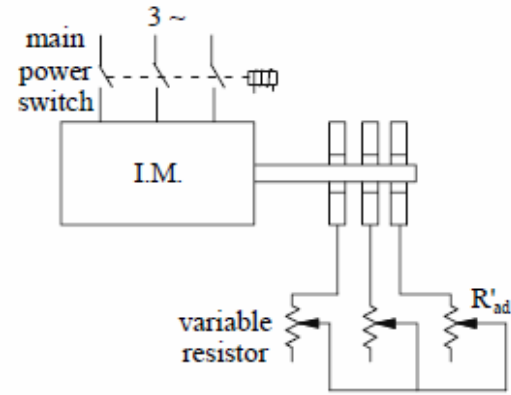
- Pode ser usado um conversor eletrônico com capacidade de controlar a magnitude e a frequência da tensão para a partida suave da máquina, mantendo a corrente limitada a um valor pré-especificado (em inglês: *Variable Frequency Drive*).
- A principal vantagem da partida via conversor eletrônico é a capacidade de fornecer torque de partida nominal durante todo o processo de partida (i.e., em qualquer velocidade) e simultaneamente limitar a corrente em seu valor nominal.
- Isso é feito partindo-se a máquina com frequência e tensão reduzida mas mantendo-se a relação Volts/Hertz em seu valor nominal.
- Mais complexo e caro, usualmente só é economicamente justificado no caso em que o conversor é utilizado para controle de velocidade. Também introduz distorção harmônica no sistema.



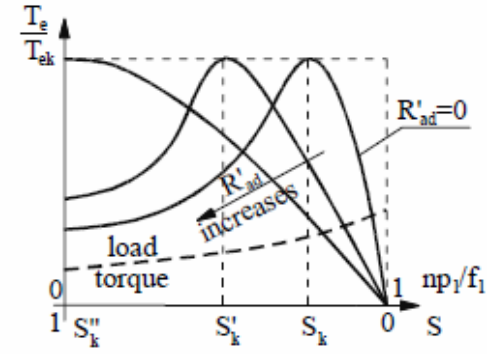
Partida via resistências externas em série com o rotor

- No caso de rotor bobinado, um resistência externa pode ser conectada ao enrolamento do rotor de forma a reduzir a corrente de partida (visto que a impedância equivalente do motor aumenta).
- Conforme a velocidade do motor aumenta, a resistência externa é gradualmente reduzida.
- Até que ela é eliminada quando a máquina alcança a velocidade nominal.
- Uma vantagem deste método é permitir obter torque máximo durante todo o processo de partida com corrente reduzida.
- A desvantagem deste método é que ele somente é aplicável a máquinas com rotor bobinado.

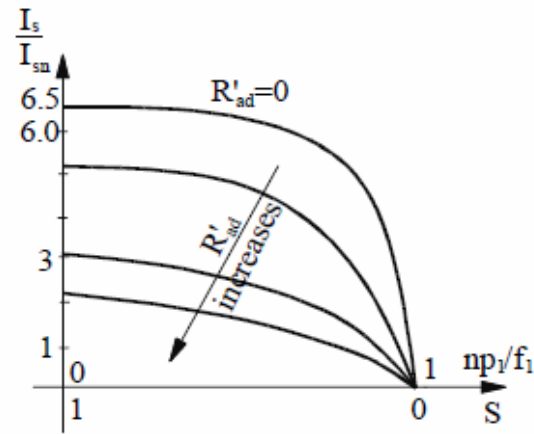
Partida via resistências externas em série com o rotor



a.)



b.)



c.)