Motores Síncronos

ADRIELLE C SANTANA

Motores Síncronos

Possuem velocidade fixa e são utilizados para grandes cargas, (em função do seu alto custo que faz com que ele não seja viável para aparelhos menores) ou quando se necessita de velocidade constante na aplicação.

Graças a seu fator de potência elevado e **variável** são também usados na correção de fator de potência, necessitando de fonte de corrente contínua ou retificada para sua excitação, além de exigirem um complexo equipamento de controle.

Motores Síncronos

São semelhantes aos alternadores vistos com a única diferença na forma como é feito o enrolamento do rotor.

O estator é alimentado com corrente alternada (campo girante em trifásicos) enquanto que o rotor é alimentado com corrente contínua, assim como no alternador, proveniente da excitatríz (pequeno dínamo) montado no próprio eixo do rotor.

Um motor síncrono pode funcionar como alternador se se fornecer força mecânica em seu eixo apesar de não ser construído para isso.

A velocidade síncrona é a velocidade desse motor e é calculada conforme já foi visto anteriormente:

$$n_s = \frac{120.f}{p} \quad \text{RPM}$$

Motores Síncronos

Os motores síncronos possuem características especiais:

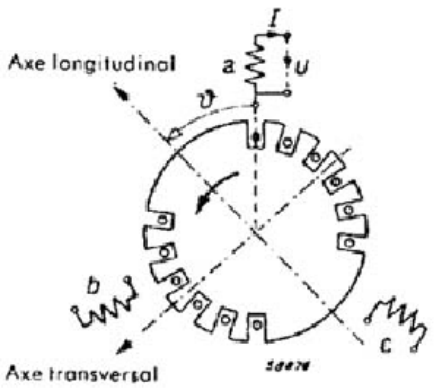
- O *alto rendimento*
- *Correção do fator de potência* da rede;
- Altos torques;
- Velocidade constante nas variações de carga
- Baixo custo de manutenção.

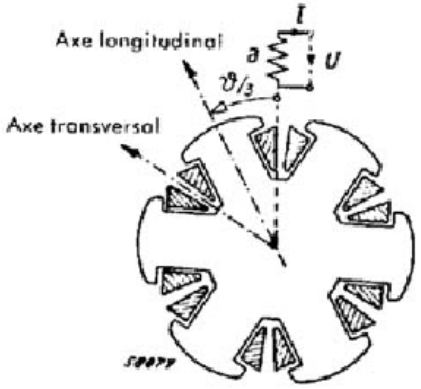
O motor síncrono recebeu este nome porque o seu rotor gira com a mesma velocidade do campo magnético girante produzido no enrolamento trifásico do estator (velocidade síncrona).

Motores Síncronos

Tipos de rotores: Rotor de polos Salientes ou Rotor de polos Lisos

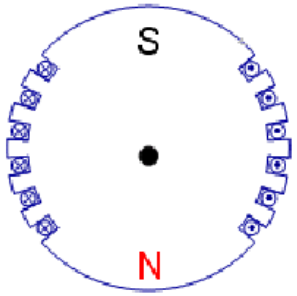
Podem ser também de imã permanente em pequenos motores.



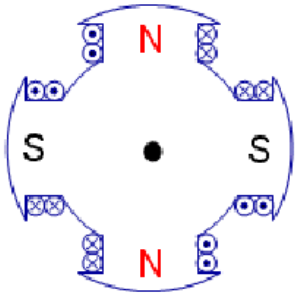


Tipos de polos

Rotor de Polos Lisos	Rotor de Polos Salientes
Altas Velocidades (2 a 4 polos)	Baixas Velocidades (+ 4 polos)
Turbinas a gas ou vapor	Turbinas Hidraulicas



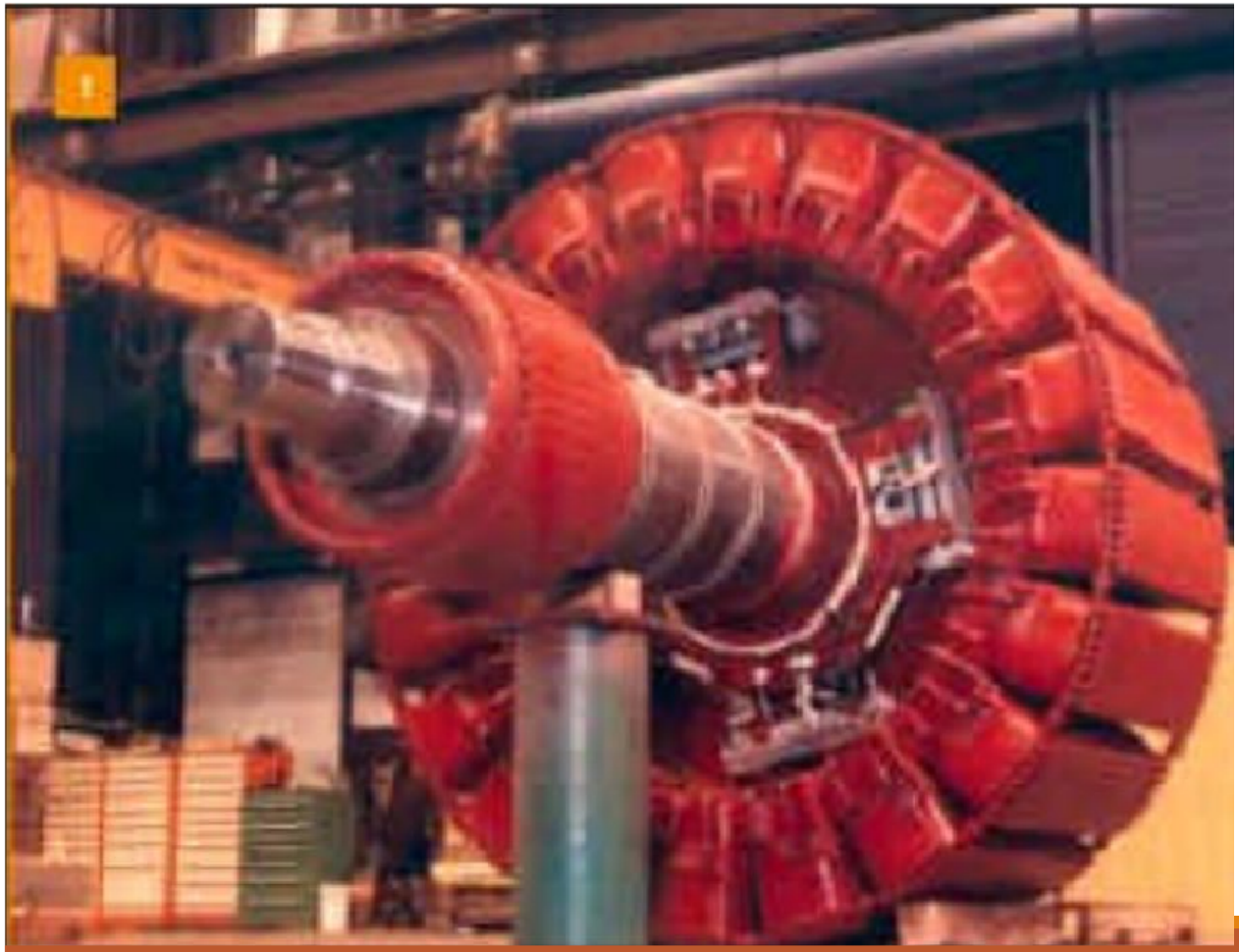
Rotor de polos lisos
p = 1



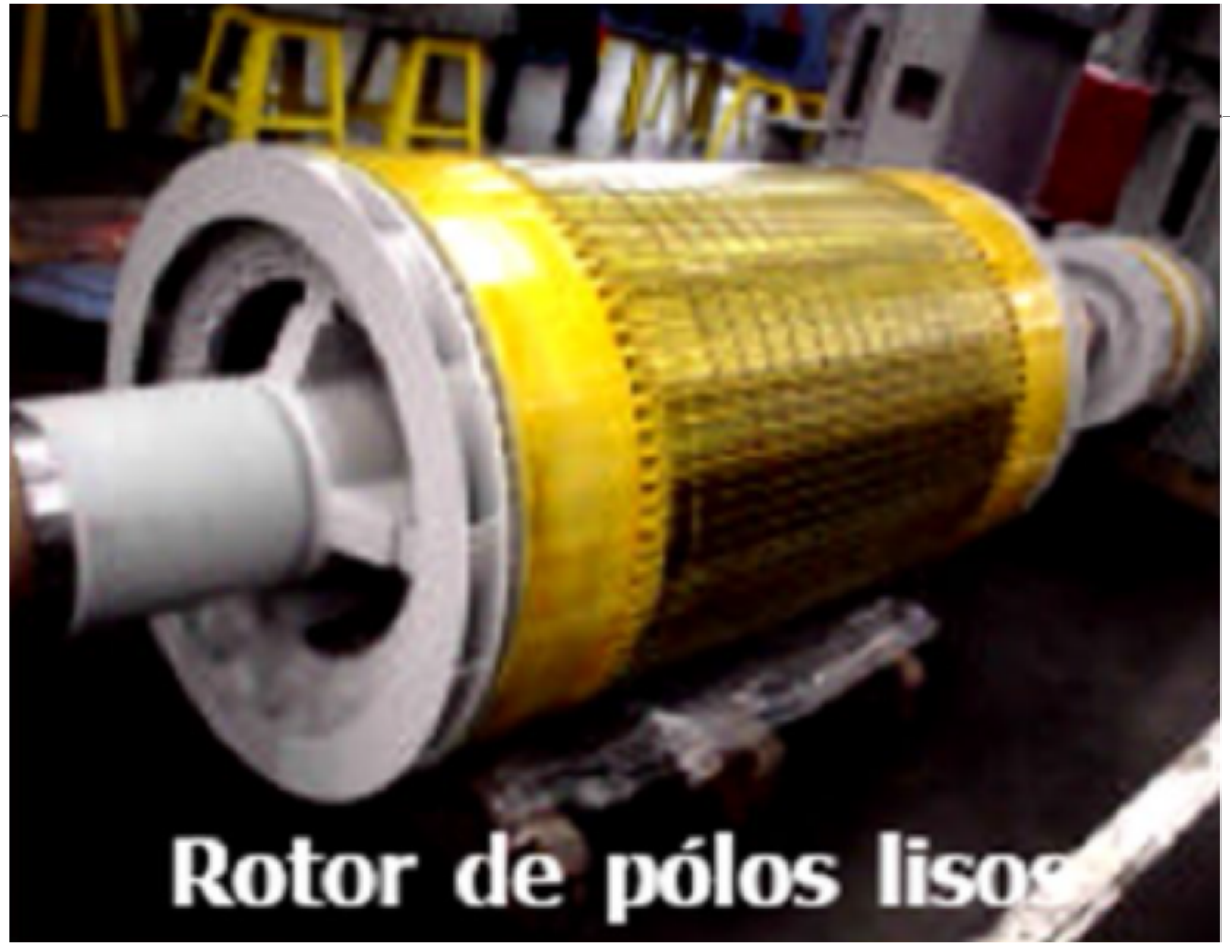
Rotor de polos salientes
p = 2

Motores Síncronos

Rotor de gerador de pólos salientes
(provavelmente de 36 pólos)

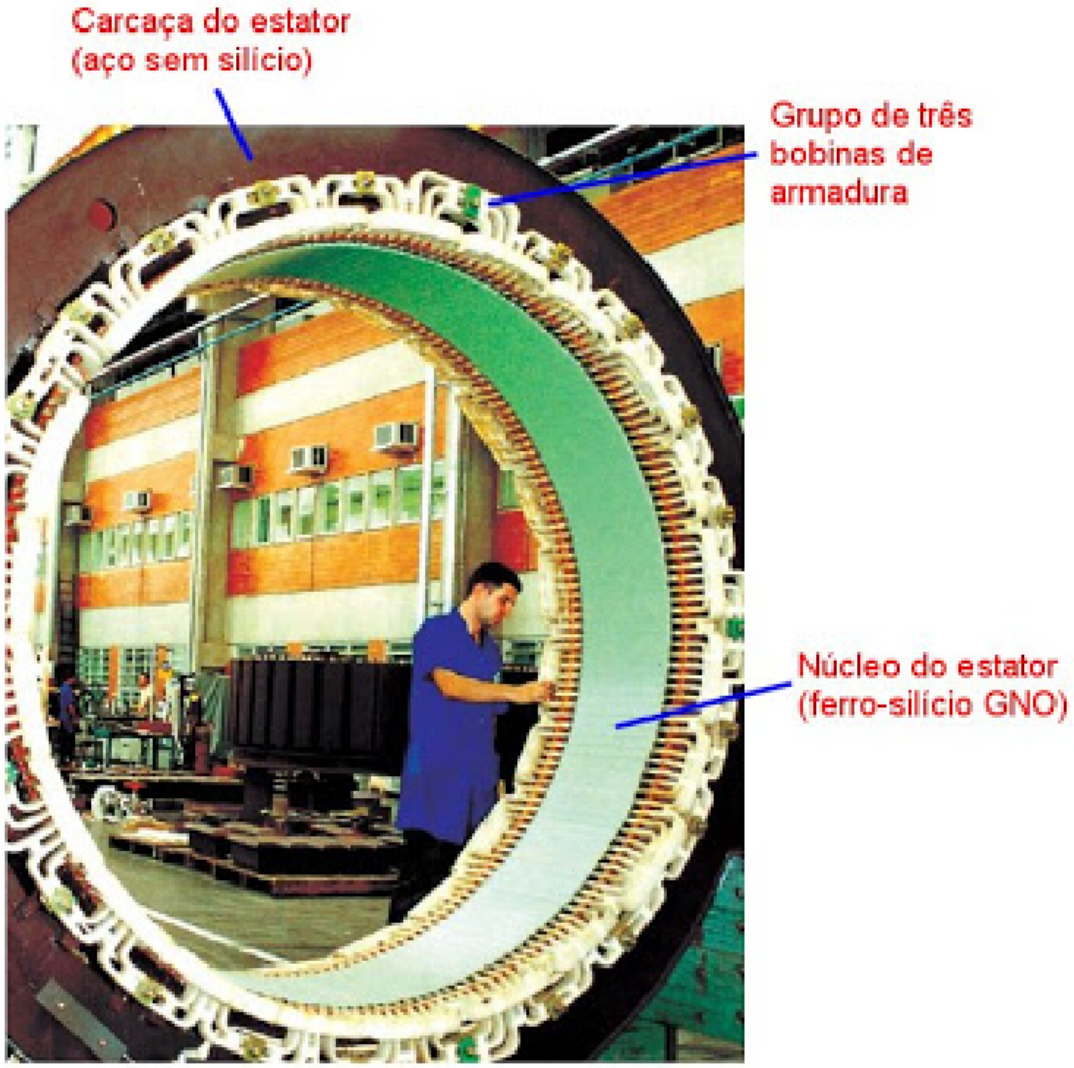


Motores Síncronos



Motores Síncronos

Estator



Estator trifásico em manutenção
(provavelmente de 24 pólos)

Motores Síncronos

Princípio de Funcionamento

Motor Síncrono Trifásico (mais utilizado que o monofásico)

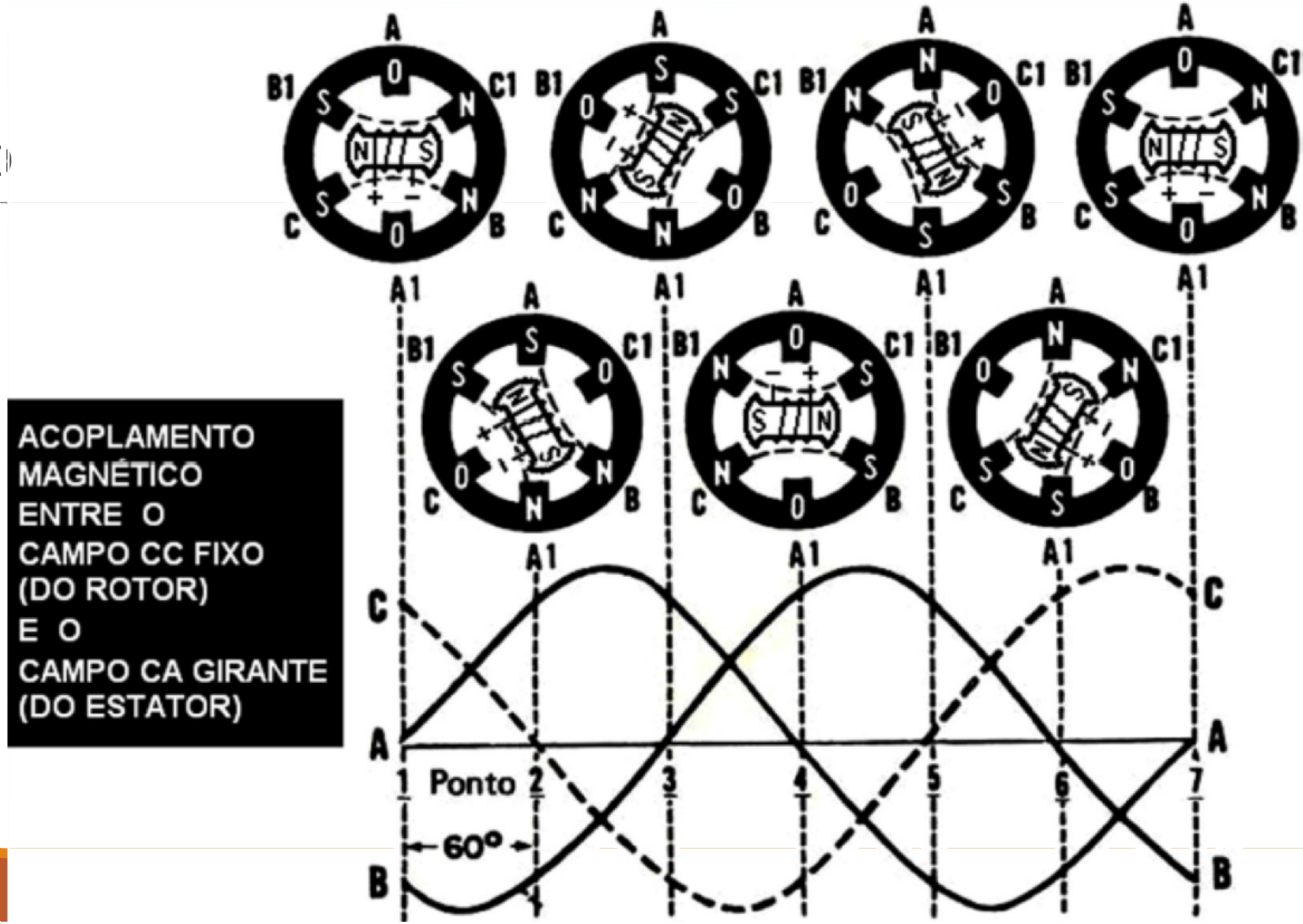
Como no motor de indução, o estator é energizado com tensão trifásica gerando o campo magnético girante.

O rotor é alimentado pela excitatriz com tensão CC se transformando num eletroímã que tenta se alinhar com os polos norte e sul instantâneos do campo magnético girante.

Quando o campo magnético gira, o rotor gira em sincronismo com o campo. Quando o campo magnético girante é forte, ele exerce uma intensa força de torção sobre o rotor (torque ou conjugado), e este, portanto, se torna capaz de acionar uma carga.

Se o rotor sair do sincronismo (se desacoplar magneticamente) não se desenvolve nenhum torque e o motor para. Assim, ***ou o motor síncrono funciona à velocidade síncrona ou não funciona***.

Princípio de Funcionamento



ACOPLAMENTO MAGNÉTICO ENTRE O CAMPO CC FIXO (DO ROTOR) E O CAMPO CA GIRANTE (DO ESTATOR)

Princípio de Funcionamento

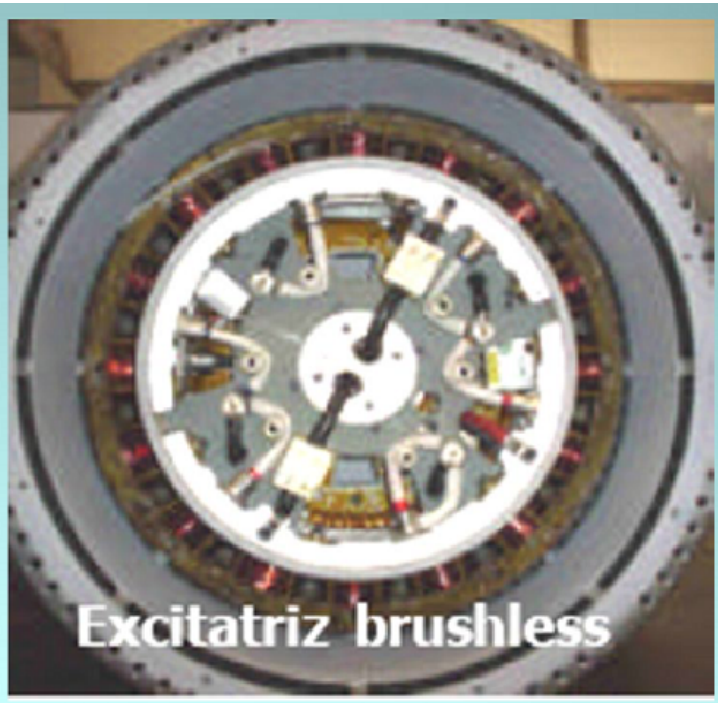
A velocidade do campo magnético girante depende da frequência da rede CA. Como a frequência da rede é constante, os motores síncronos são, na prática, motores de uma única velocidade $\mathbf{n_s}$.

Observe que em um motor síncrono, operando a velocidade síncrona, não há *fem* induzida no rotor, pois não há movimento relativo entre o campo girante e o rotor. (S=0)

Tipos de Excitação do Rotor

Excitatriz estática: O suprimento do campo do rotor é feito com tensão retificada de uma excitatriz CA (aternador) montado no eixo do rotor. Como o sistema de retificação fica numa parte estática da máquina, a passagem dessa corrente contínua para o rotor é feita por meio de um anel coletor e escovas como no motor CC. Em máquinas antigas a excitatriz era um gerador CC.

Integrado sem escova (*Brushless*): Alternador montado no eixo do motor sendo o rotor do motor alimentado diretamente por retificadores, **montados sobre o eixo** do motor também, que recebem a tensão diretamente do alternador. Não há necessidade de anel coletor nem escovas.



Partida

Uma das desvantagens do *motor síncrono puro* é que ele não pode partir de uma posição de repouso apenas com a aplicação da tensão CA trifásica ao estator. Como o motor síncrono desenvolve um torque somente quando gira na velocidade síncrona, ele não tem partida própria e conseqüentemente precisa de algum dispositivo que faça o rotor girar até atingir a velocidade síncrona.

No processo de partida de um motor síncrono o seu rotor deve ser levado até uma velocidade suficientemente próxima da síncrona, para que ele possa se acoplar magneticamente com o campo girante e entrar em sincronismo.

Partida

Um tipo de partida simples é usando um outro motor, seja CA ou CC, que leva o rotor até aproximadamente 90% da sua velocidade síncrona. O motor de partida é então desligado e o rotor acompanha o campo rotativo.

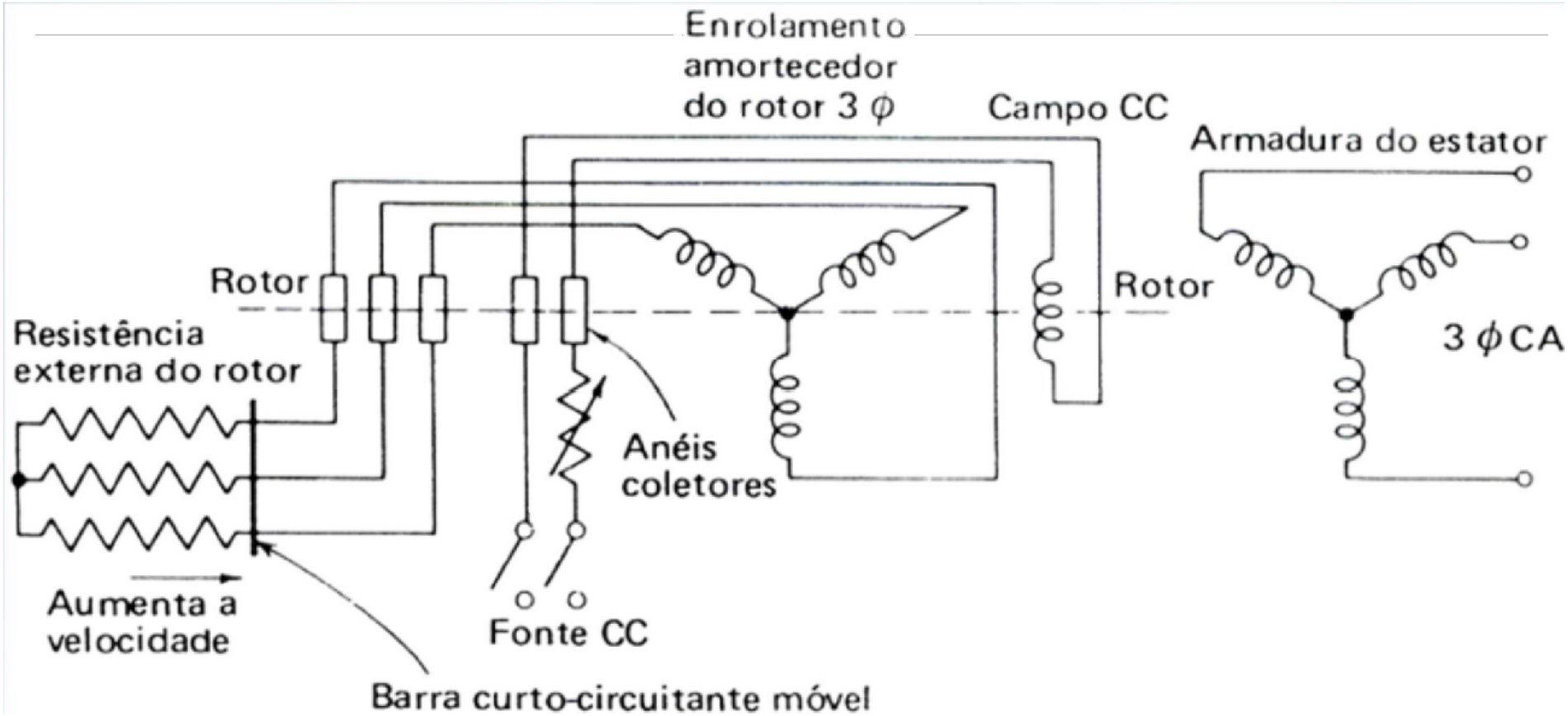
Um outro método de partida é um enrolamento secundário do tipo “gaiola” no rotor. Este enrolamento de indução leva o rotor até uma velocidade quase síncrona (basicamente um motor de indução temporário) e, é quando a corrente contínua é ligada aos enrolamentos do rotor, fazendo ele entrar em sincronismo com o campo. Quando a gaiola está em sincronismo com o campo girante, não é mais induzida FEM nela.

Partida

Para a partida do motor síncrono com carga, a melhor técnica é utilizar um rotor bobinado de motor de indução, em lugar do enrolamento em gaiola nas faces polares, o chamado enrolamento amortecedor tipo rotor bobinado. Reconhece-se imediatamente este rotor, pois utiliza cinco anéis coletores: dois para o enrolamento do campo CC e três para o enrolamento bobinado do rotor.

E o método mais moderno e prático é o uso dos soft-starters.

Partida


Enrolamento
amortecedor
do rotor 3 ϕ
Campo CC
Armadura do estator
Rotor
Rotor
Resistência
externa do rotor
3 ϕ CA
Anéis
coletores
Aumenta a
velocidade
Fonte CC
Barra curto-circuitante móvel

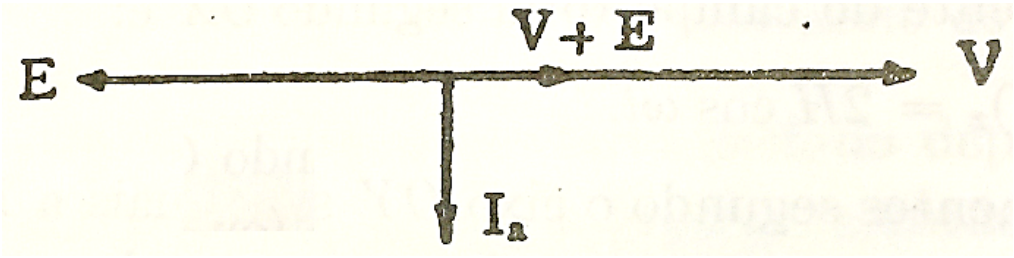
Efeito da Carga

Considere como, no alternador, o rotor induzindo fem no estator no motor síncrono.

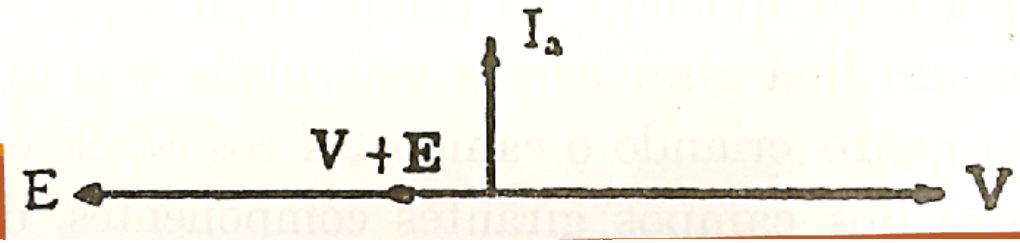
Suponha que por meio externo o rotor é arrastado na velocidade síncrona e que se ajustou a corrente de excitação do rotor para que a fem induzida no estator (E) fosse igual e oposta á tensão aplicada nele (V) (estator). Essa corrente é a de **excitação normal. Fator de potência 1.**

Efeito da Carga

Caso a corrente de excitação no rotor não seja o suficiente para induzir essa fem no estator; circulará nesse último uma corrente I_a produzida pela tensão resultante da soma: V+E. Nesse caso o motor está **subexcitado.** Essa corrente I_a no estator estará atrasada em relação à tensão da fonte caracterizando um circuito indutivo. **Fator de potência menor que 1.**



Caso a corrente de excitação seja maior que a da excitação normal, induzindo uma fem maior que a tensão aplicada no estator, esta fem extra, resultante da soma V+E, contribuirá com a tensão da fonte criando uma corrente adiantada em relação a tensão da fonte. O motor se encontra **sobreexcitado. Fator de potência maior que 1.**



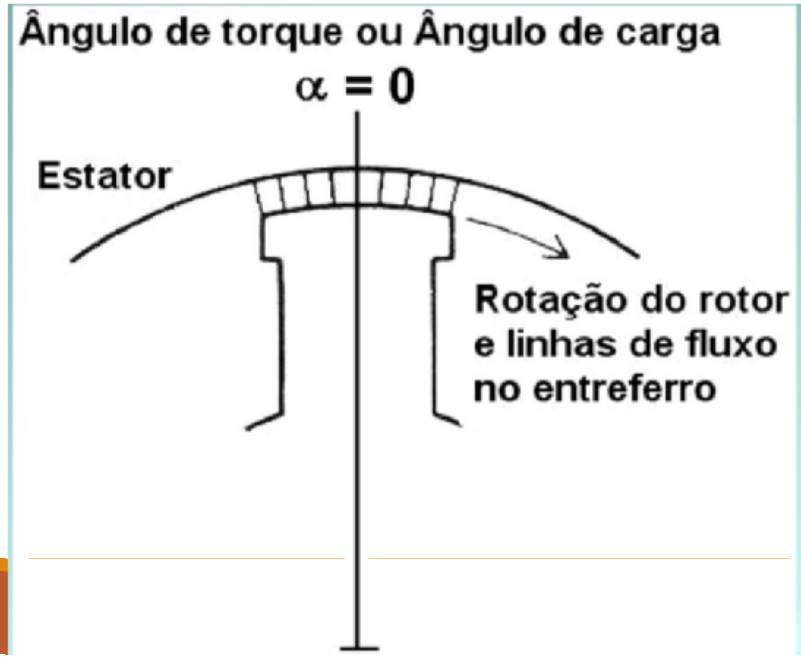
Efeito da Carga

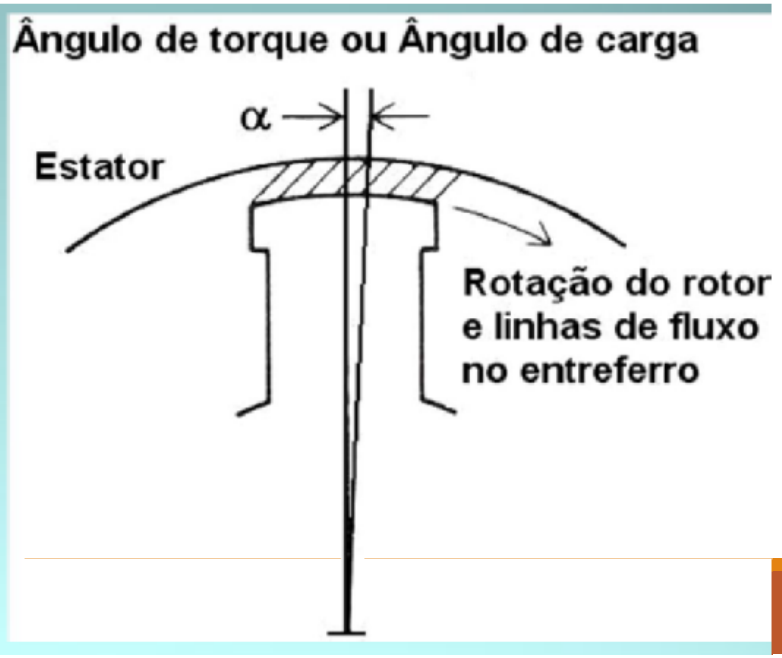
Resumindo, a corrente no estator ou ajuda ou se opõe à corrente excitadora produzindo um campo concordante ou oposto ao campo do rotor de modo a manter a concordância do fluxo no entreferro.

Efeito da Carga

Pensando de uma forma diferente, considere que uma carga é adicionada ao eixo do motor síncrono que estaria em excitação normal. Uma defasagem física no alinhamento entre polos do rotor e do estator faz com que a fem induzida no estator seja diferente daquela da fonte (do estator-trifásica) causando o aparecimento da corrente que está em fase com a fonte (sobreexcitado), ou seja, corrente é drenada da fonte e usada para produzir torque que contrabalanceie a carga mantendo o rotor em velocidade síncrona.

Apenas uma carga muito alta fará com que o rotor se desalinhe tanto que ele sairá da velocidade síncrona e irá parar.



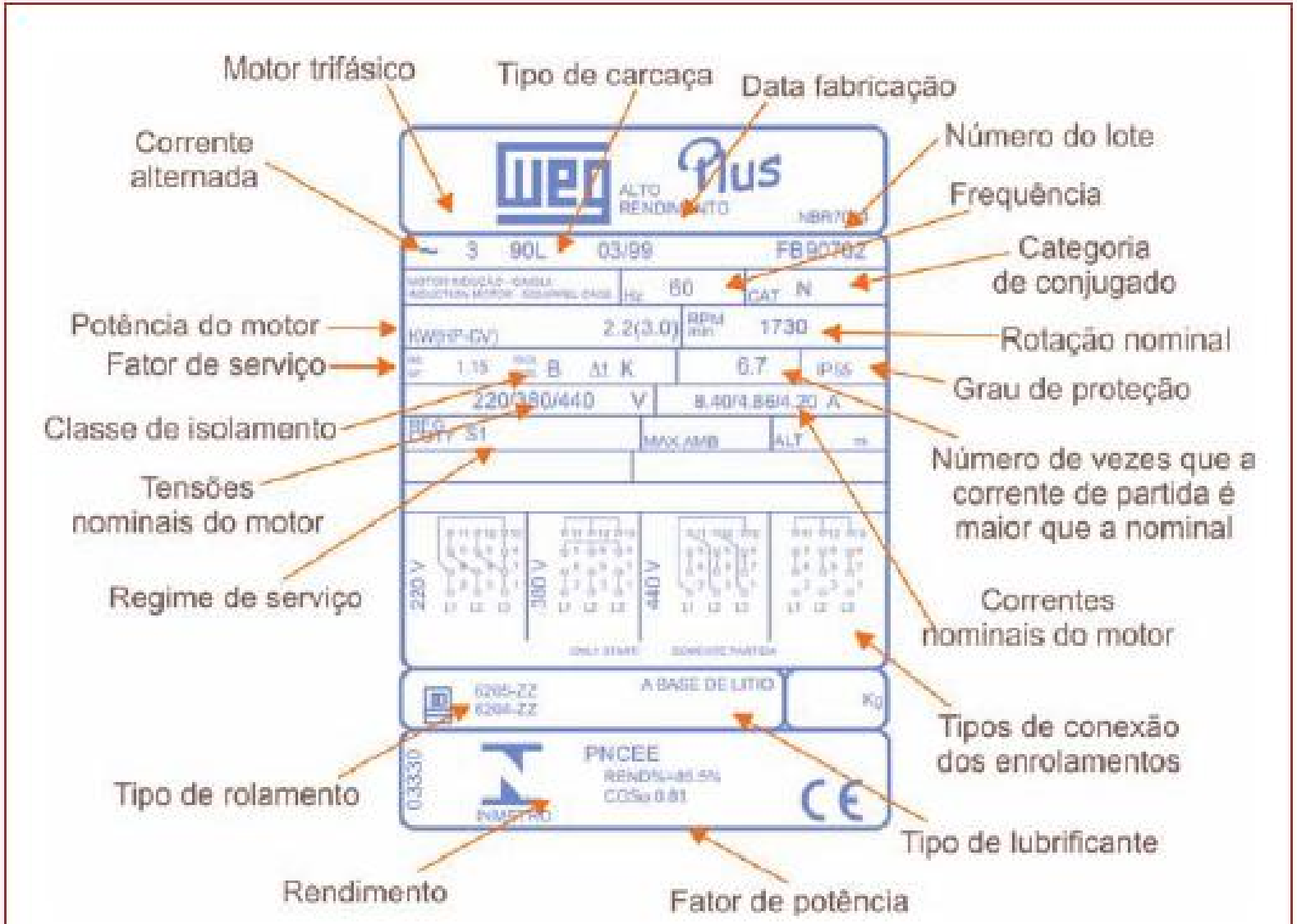


Capacitor Síncrono

A variação da corrente de excitação faz com que, **dentro dos limites de carga**, se possa controlar o fator de potência do motor síncrono. Essa é uma das melhores características dessa máquina e que permite seu uso para correção de fator de potência em circuitos. **Capacitor Síncrono.**

Dados de Placa

Dados de Placa



F4. Dados de placa de um motor trifásico.