



Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia Agrícola
Campus do Arenito



MOTORES ELÉTRICOS

Princípios e fundamentos

Eng. Agríc. Luciano Vieira

CLASSIFICAÇÃO

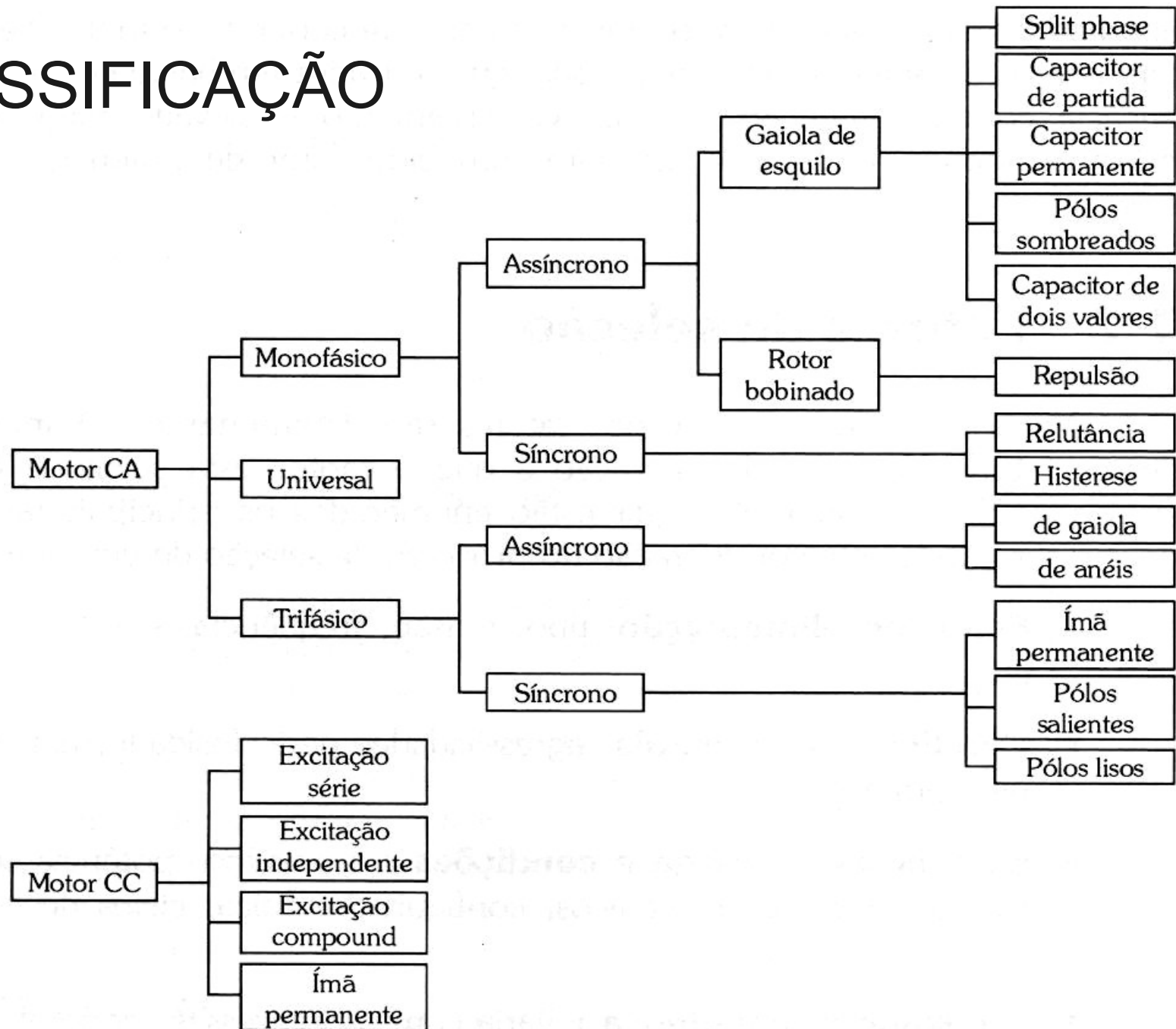


Figura 1.2 - Tipos de motores elétricos.

Principais Partes

Rotor
Estator

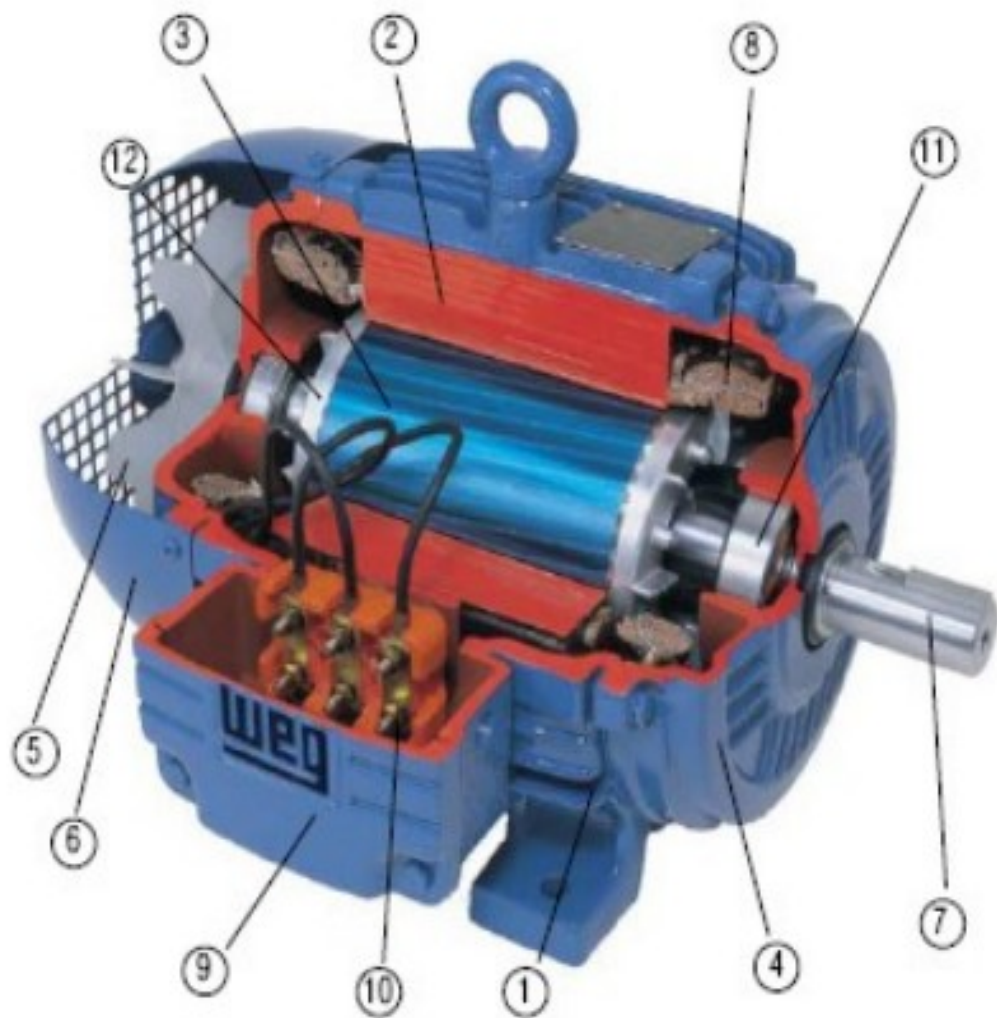
Estator

Carcaça(1)
Núcleo de Chapas(2)
Enrolamento Trifásico(8)

Rotor

Eixo(7)
Núcleo de Chapas(3)
Barra de anéis de curto
circuito(12)

Motor de Indução Trifásico



Motor de Indução Trifásico

Outras Partes

- Tampa (4)
- Ventilador (5)
- Tampa defletora (6)
- Caixa de ligação (9)
- Terminais (10)
- Rolamentos (11)

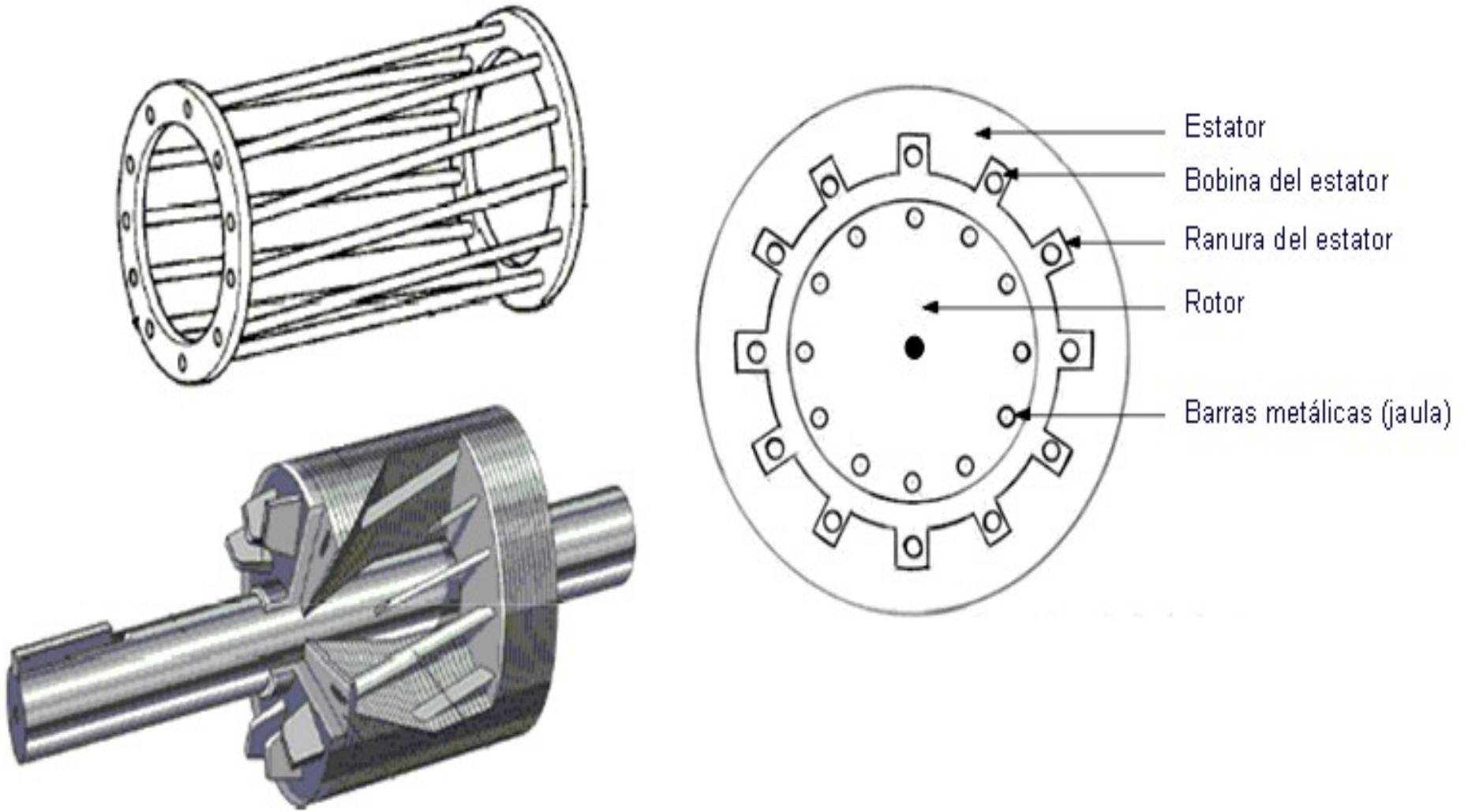


Classificação dos motores de indução de acordo com seu rotor

1) Rotor gaiola de esquilo

- O rotor em gaiola de esquilo é constituído por um núcleo de chapas ferromagnéticas, isoladas entre si, sobre o qual são colocadas barras de alumínio (condutores), dispostas paralelamente entre si e unidas nas suas extremidades por dois anéis condutores, também em alumínio, que provocam curto-circuito nos condutores.

Rotor Gaiola de Esquilo



Rotor Gaiola de Esquilo

Estator

- O estator do motor é também constituído por um núcleo ferromagnético laminado, nas cavas do qual são colocados os enrolamentos alimentados pela rede de CA 3ϕ .

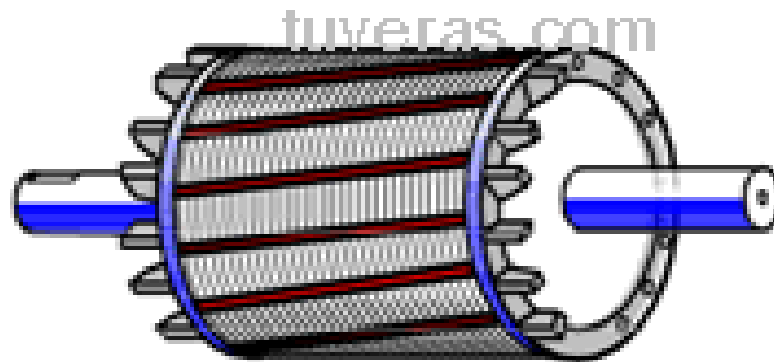
Rotor Gaiola de Esquilo

ESTATOR



Rotor gaiola de esquilo

- As barras condutoras da gaiola são colocadas geralmente com uma certa inclinação para evitar as trepidações e ruídos pela ação eletromagnética entre os dentes das cavas do estator e do rotor.

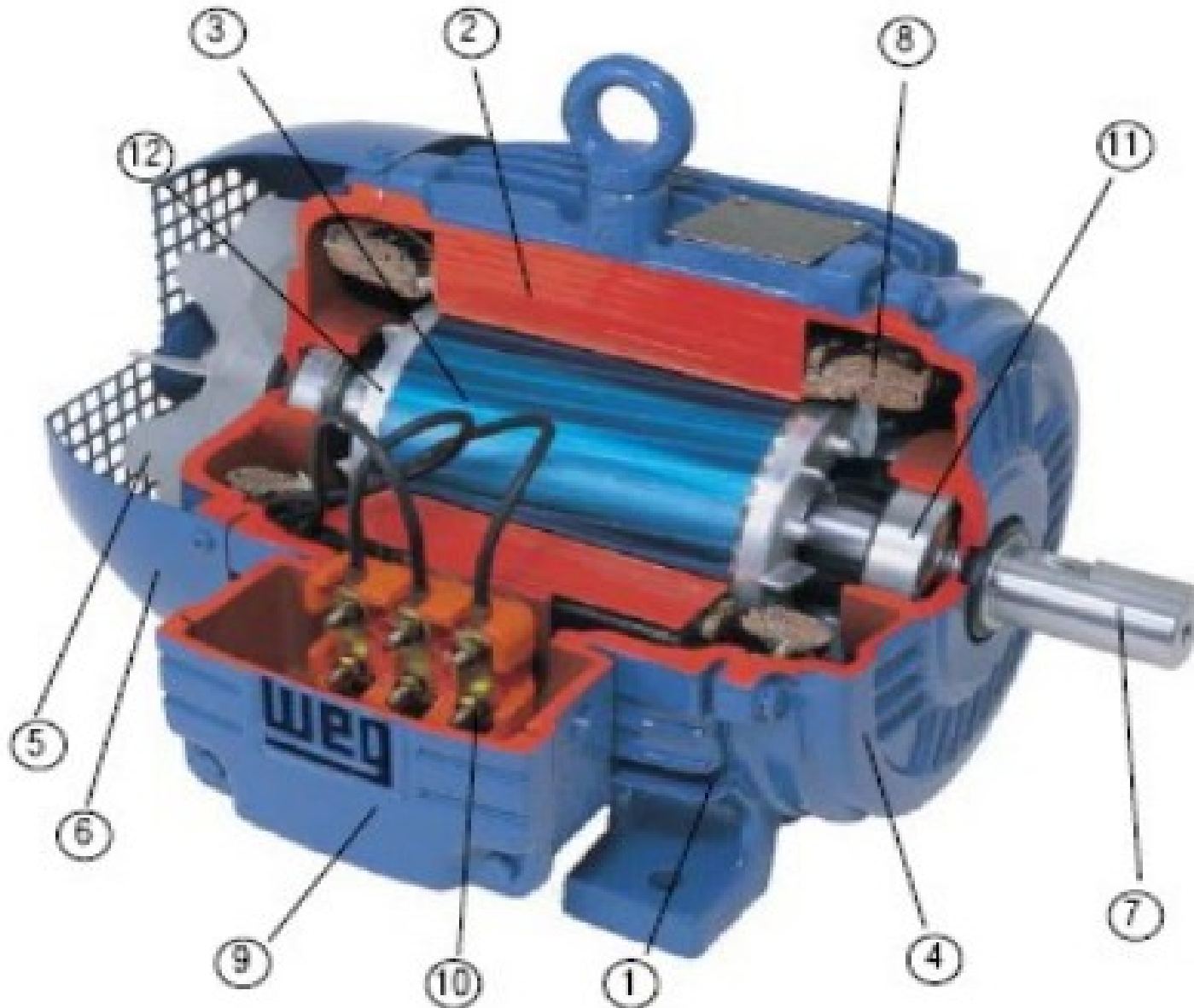


Classificação dos motores de indução de acordo com seu rotor

1) Motor com rotor gaiola de esquilo

- Mais robusto;
- Em sua forma mais simples apresenta conjugado de partida relativamente fraco e corrente de partida até 10x da I_N ;
- Para melhorar seu desempenho são equipados com rotores gaiola de barras altas, barras de cunha ou barras duplas.

Rotor gaiola de esquilo

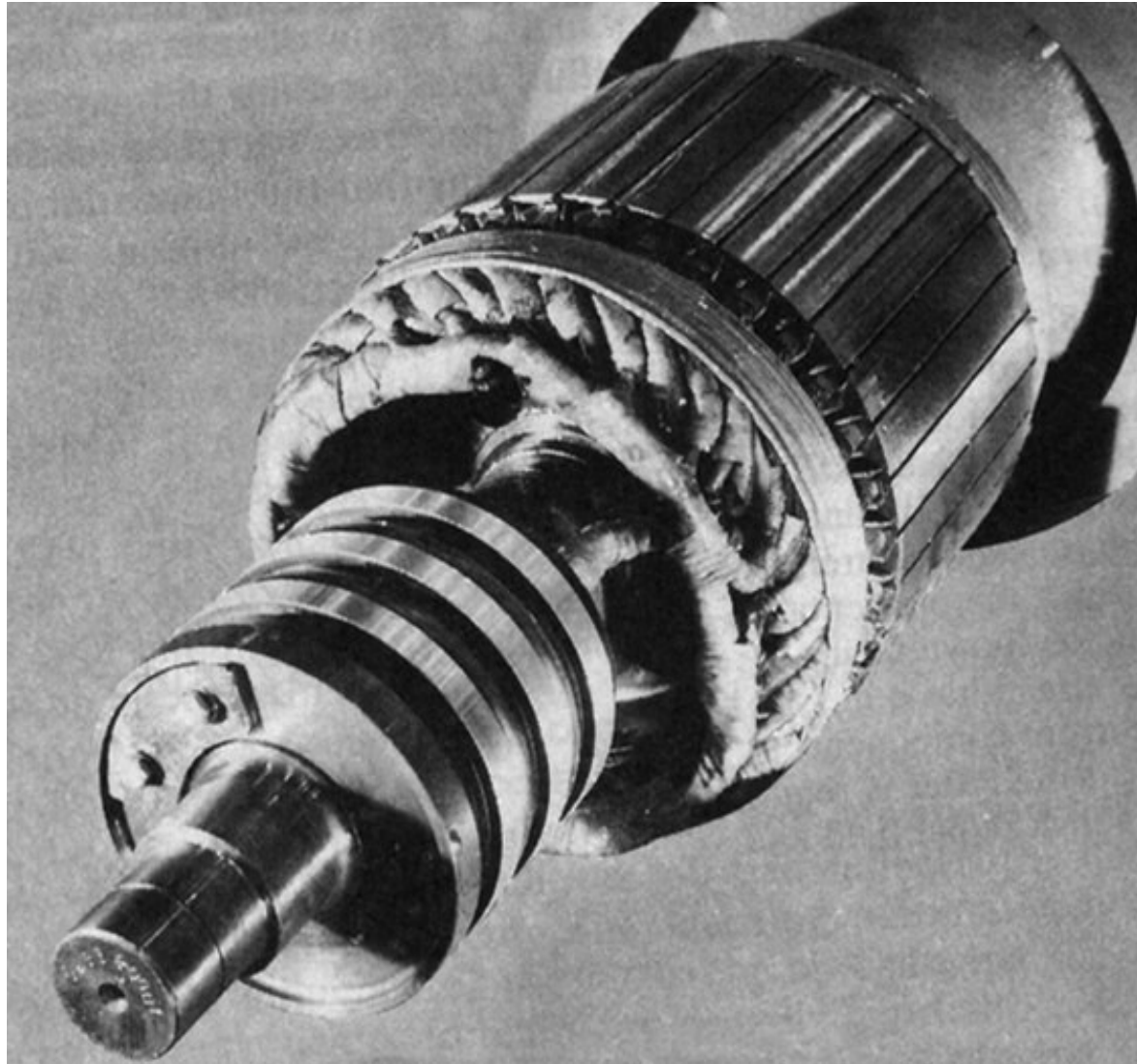


Classificação dos motores de indução de acordo com seu rotor

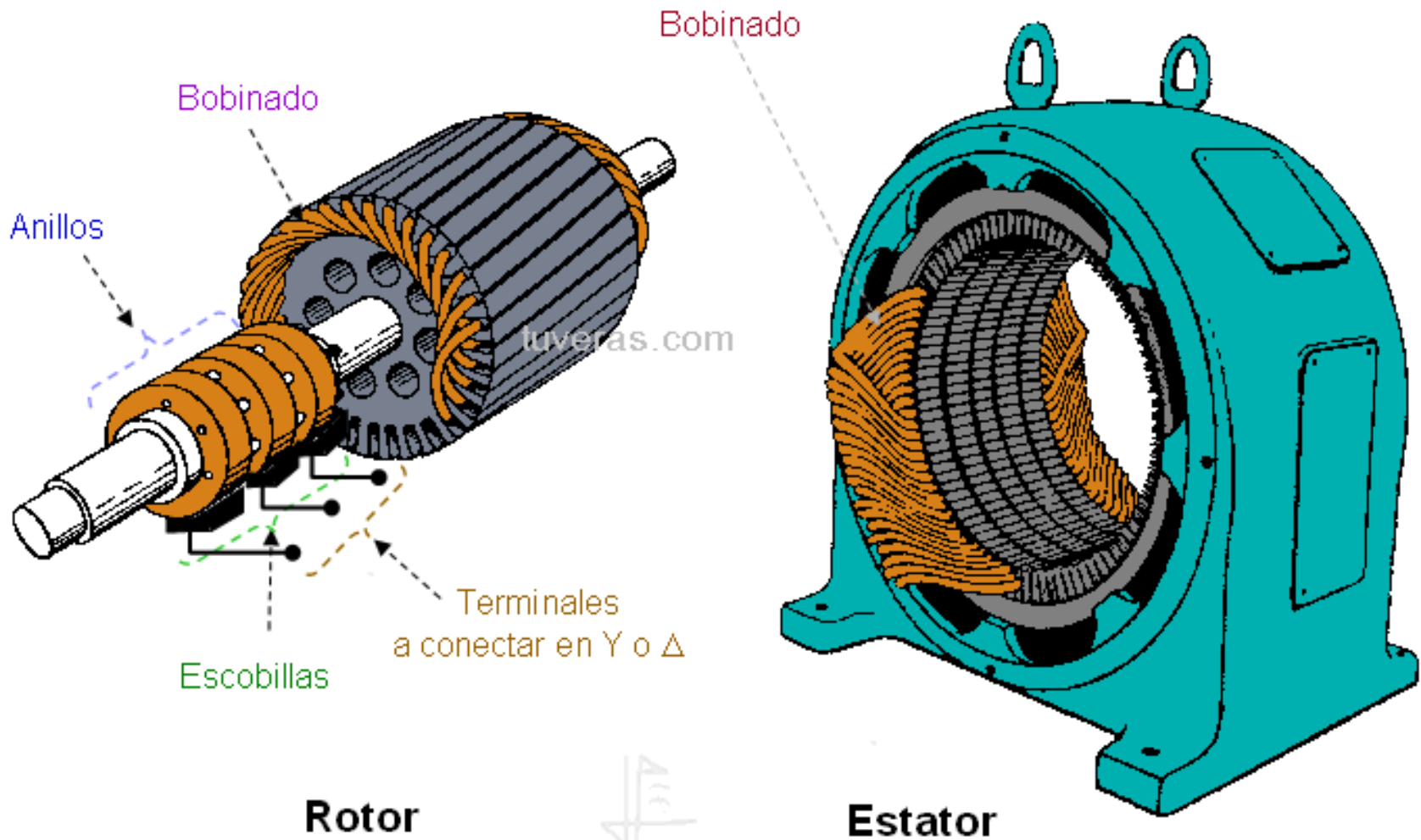
2) Motor com rotor bobinado

- Difere do motor de rotor em gaiola apenas quanto ao rotor, constituído por um núcleo ferromagnético laminado sobre o qual são alojadas as espiras que constituem o enrolamento 3Ø;
- A utilização de reostatos podem melhorar o conjugado de partida e diminuir o pico de corrente de partida.

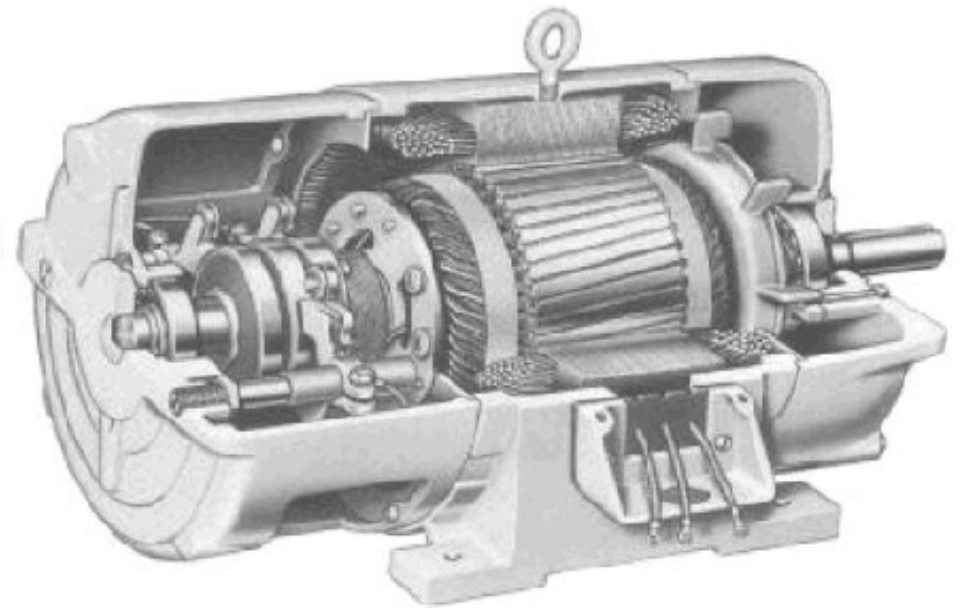
Rotor bobinado



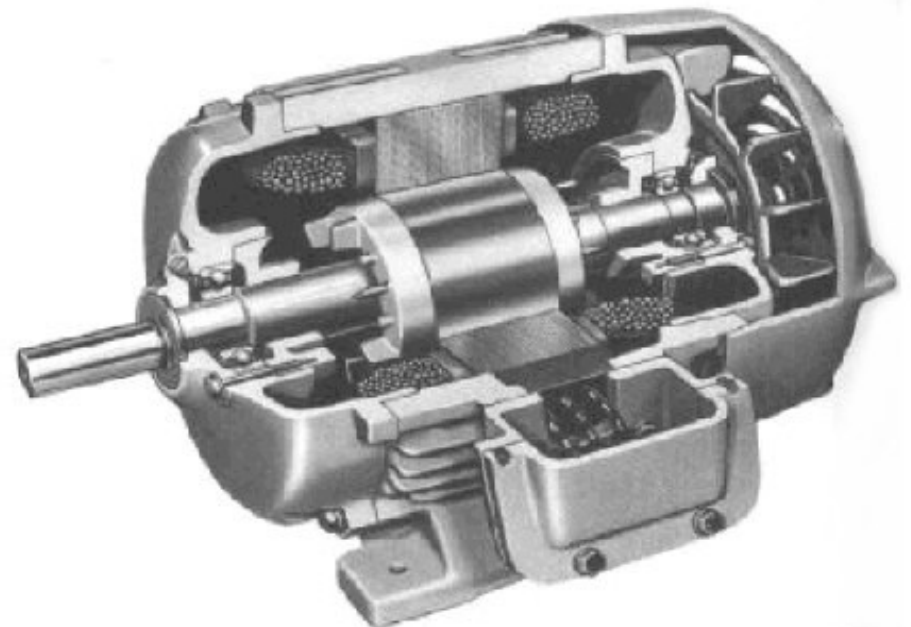
Rotor bobinado



Rotor em gaiola
X
Rotor Bobinado

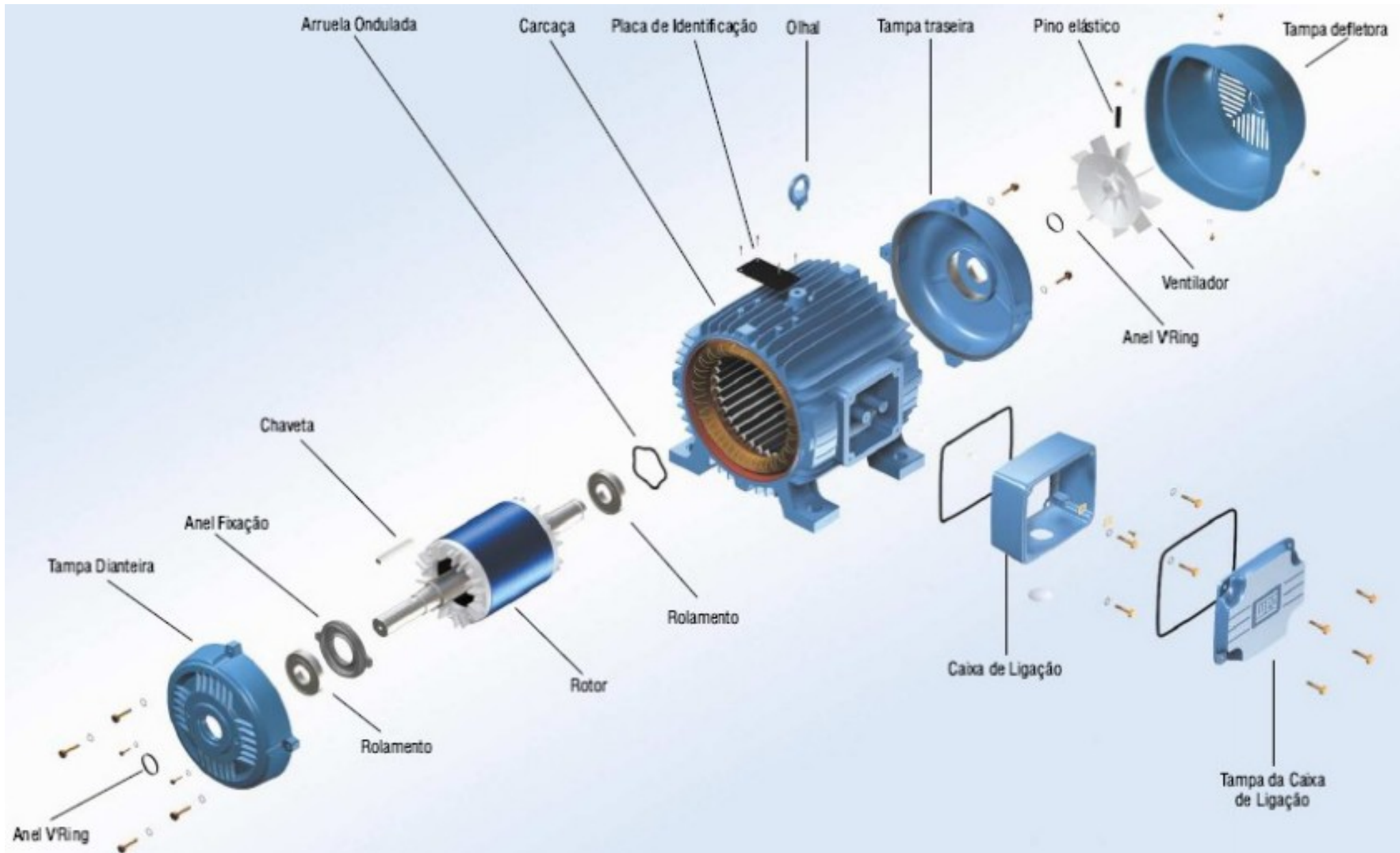


Motor asíncrono con rotor bobinado



Motor asíncrono de jaula de ardilla

Constituição do motor de indução



Motores de indução monofásicos

Inconvenientes:

- Custo mais elevado que um motor 3Ø de mesma potência;
- Alcança apenas 60 a 70% da potência do motor 3Ø do mesmo tamanho;
- Apresenta rendimento e FP menores;
- Não é possível inverter diretamente o sentido de rotação de motores monofásicos.

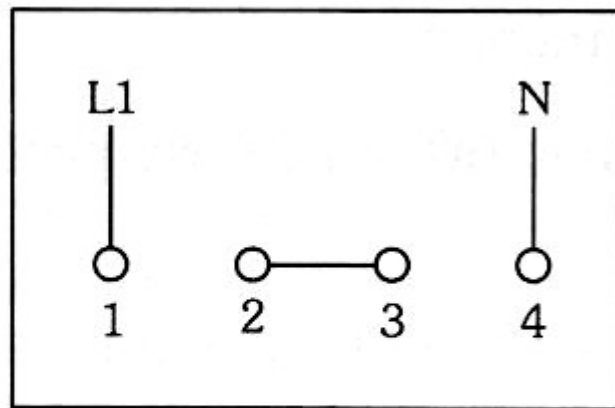
Motor monofásico com dois terminais

- Destinado apenas a um valor de tensão;
- Não é possível a inversão do seu sentido de rotação;
- Exemplo: motores de pequenas bombas d'água, motores de ventilares grandes para o meio rural, etc.

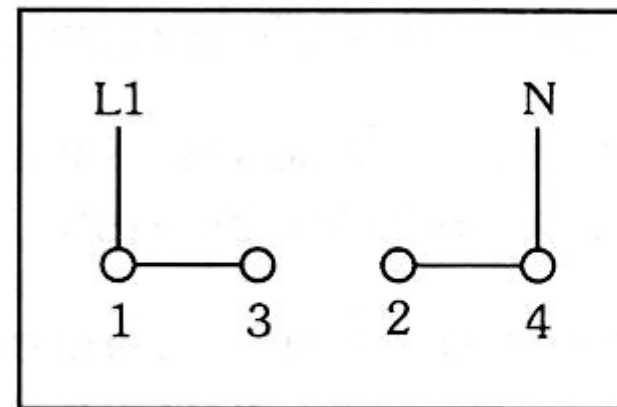
Motor monofásico com quatro terminais

- Dois valores de tensão (110/220V);
- Não é possível inverter o sentido de rotação desse motor.

Esquemas:



220V – Ligação
série

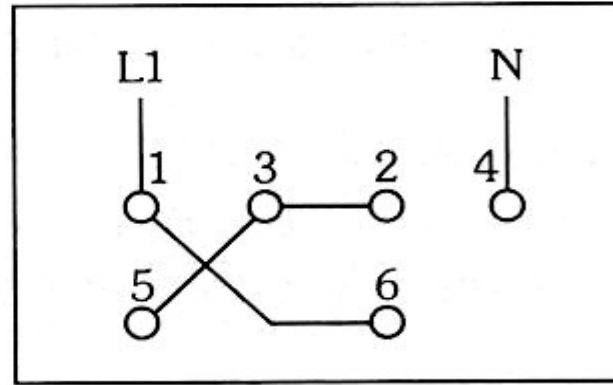
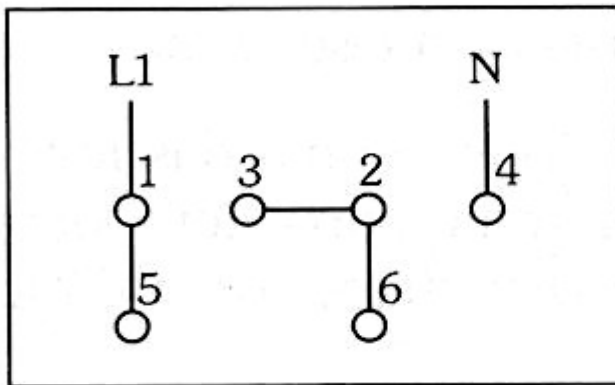


110V – Ligação
paralelo

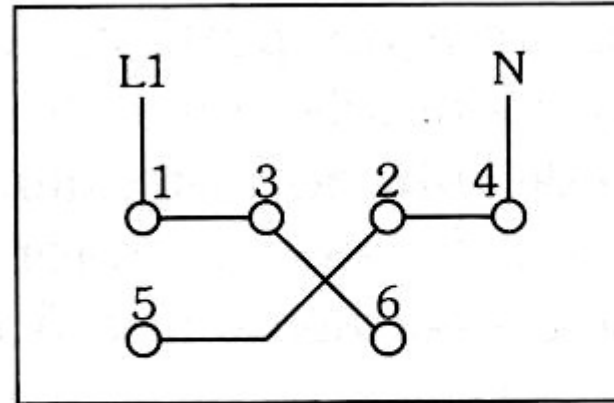
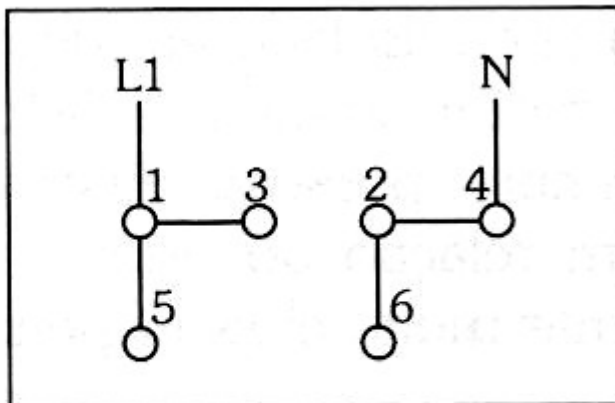
Motor monofásico com seis terminais

- Permite dois tipos de alimentação diferentes;
- Pode-se inverter o sentido de giro desse motor.

Esquemas:



Inversão de
sentido de rotação
Série - 220V



Inversão de
sentido de rotação
Paralelo - 110V

Motores de indução monofásicos

- Motor de pólos sombreados (Shaded pole);
- Motor de fase dividida (Split phase);
- Motor de capacitor de partida (capitor start);
- Motor de capacitor permanente (permanent split capacitor);
- Motor com dois capacitores (two value capacitor).

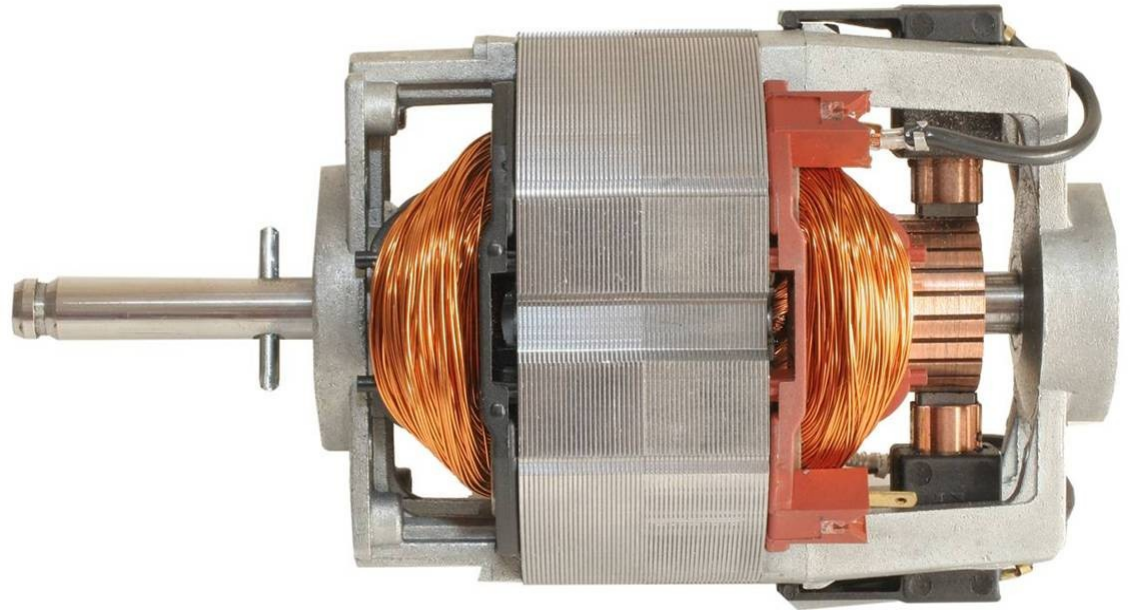
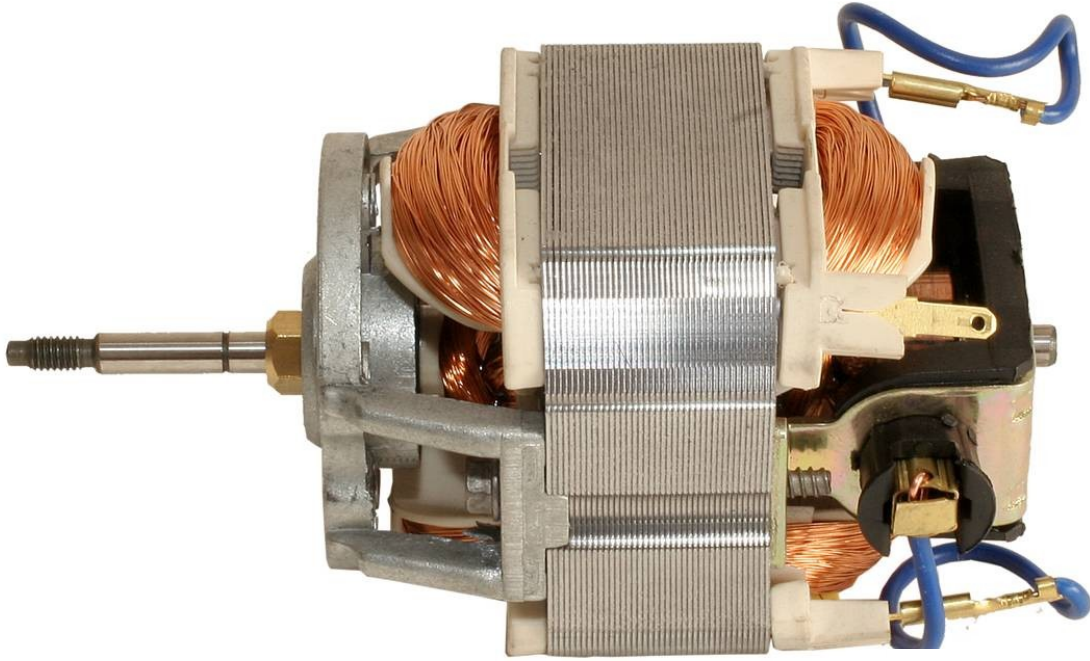
Motor Universal

- Pode operar tanto em CA como CC;
- Velocidade variável (baixas velocidades para grandes conjugados e altas velocidades para pequenas cargas);
- O conjugado de partida também é elevado;

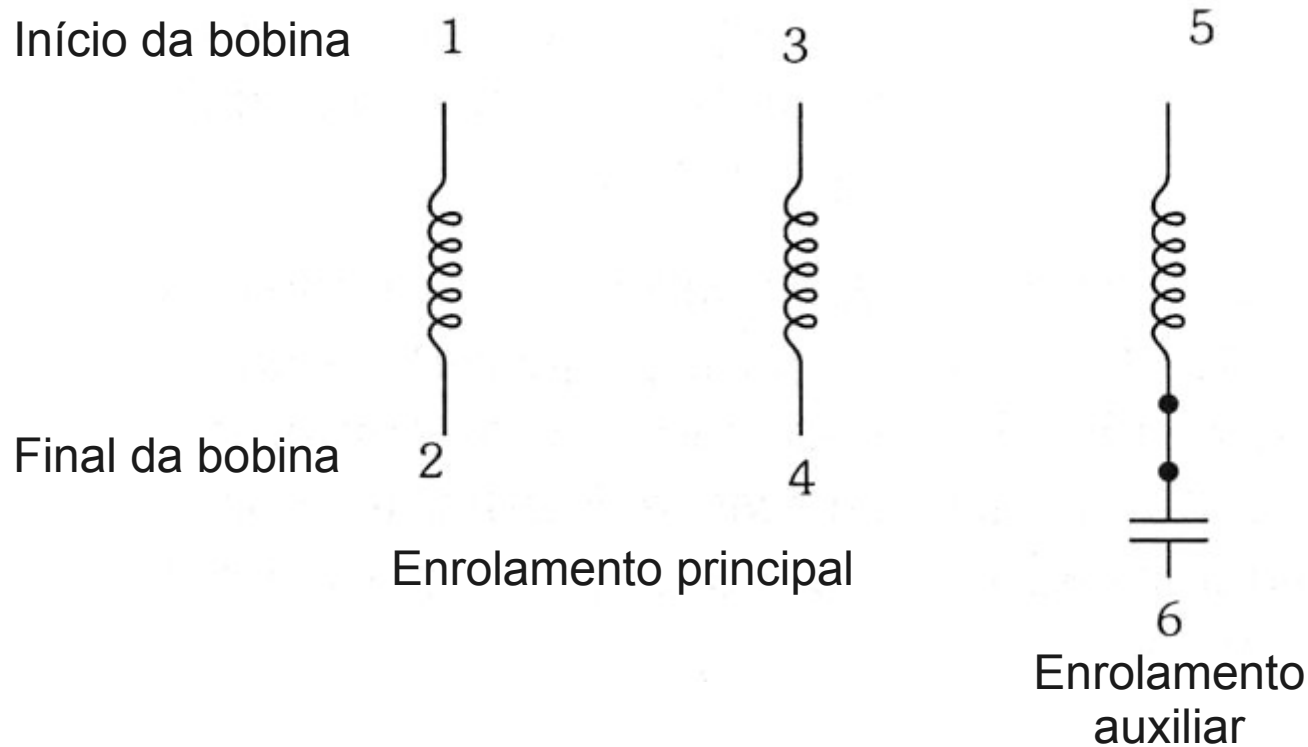
Motor Universal

- São usados comumente em pequenos eletrodomésticos como furadeiras e lixadeiras que requerem conjugado elevado e liquidificadores, aspiradores de pó e bombas centrífugas que requerem alta velocidade;
- Normalmente são fabricados para potências fracionárias de até $\frac{3}{4}$ cv uma vez que para potências acima de alguns cv funcionam precariamente em CA gerando grande faiscamento nas escovas e η e FP decrescem.

Motor Universal



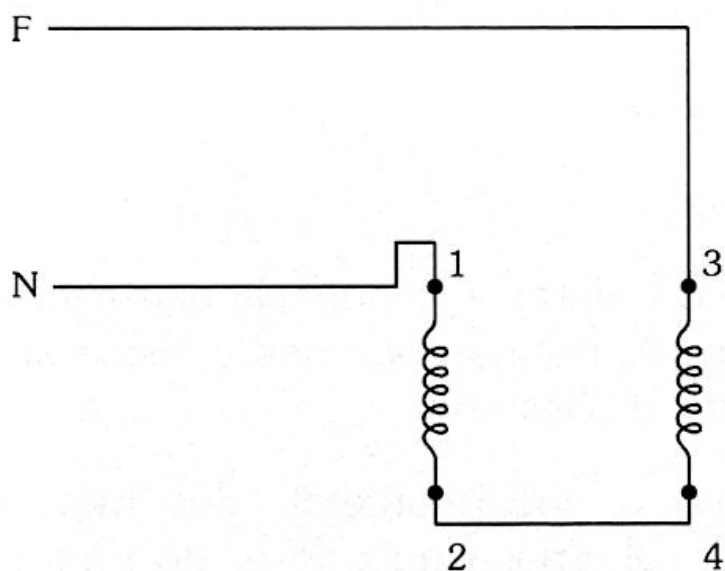
Identificação das bobinas de um motor monofásico



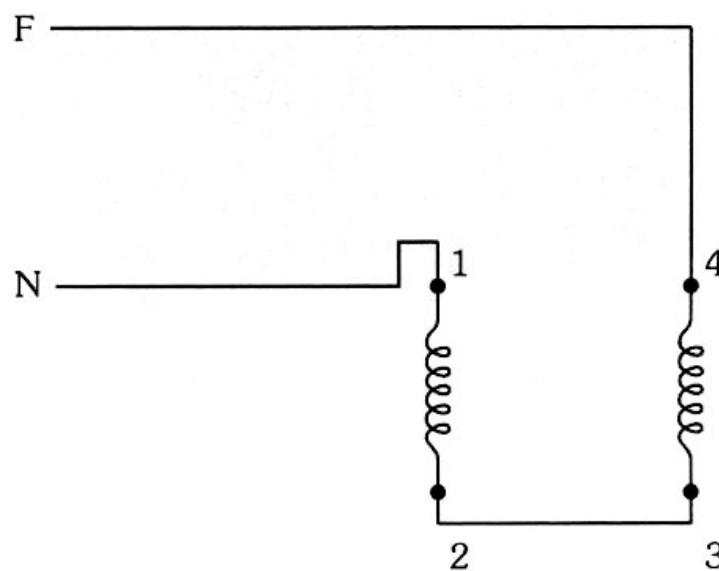
Para determinar os enrolamentos principais e auxiliar:

- Com ohmímetro mede-se a R de cada bobina. A que apresentar maior valor é a auxiliar.

Polarização das bobinas principais



(1)



(2)

Após inverter uma das bobinas e medir a corrente novamente, deve-se aplicar os números 1, 2, 3 e 4, respectivamente, à ligação das bobinas que apresentar a menor corrente.

Motores Síncronos

A velocidade do seu rotor é sincronizada com o campo girante que é estabelecido no estator.

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Sendo:

N_s = velocidade síncrona em rpm;

f = frequência em Hz;

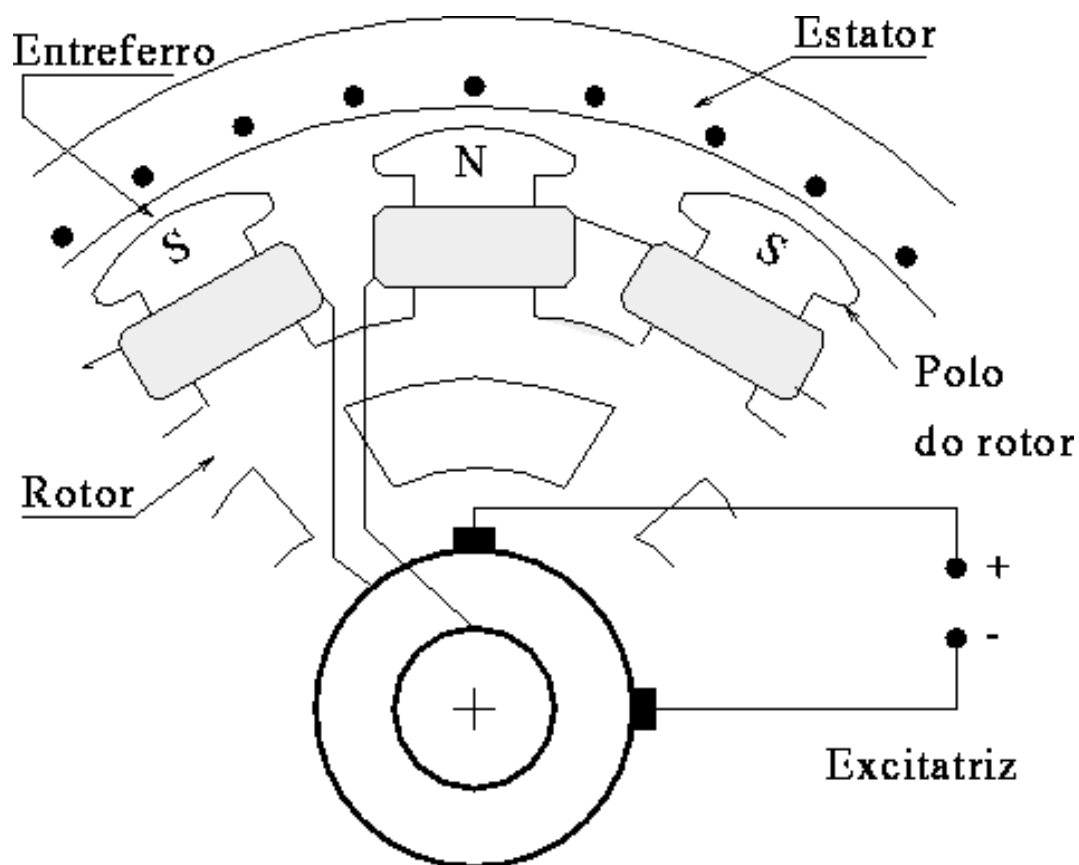
p = número de pólos.

Como f e p são constantes, então N_s é constante.

Rotação síncrona em função do número de pólos, para a frequência de 60 Hz

p Número de Pólos	n Rotação síncrona
2	3600
4	1800
6	1200
8	900
10	720
12	600
14	514
16	450
18	400
20	360
24	300

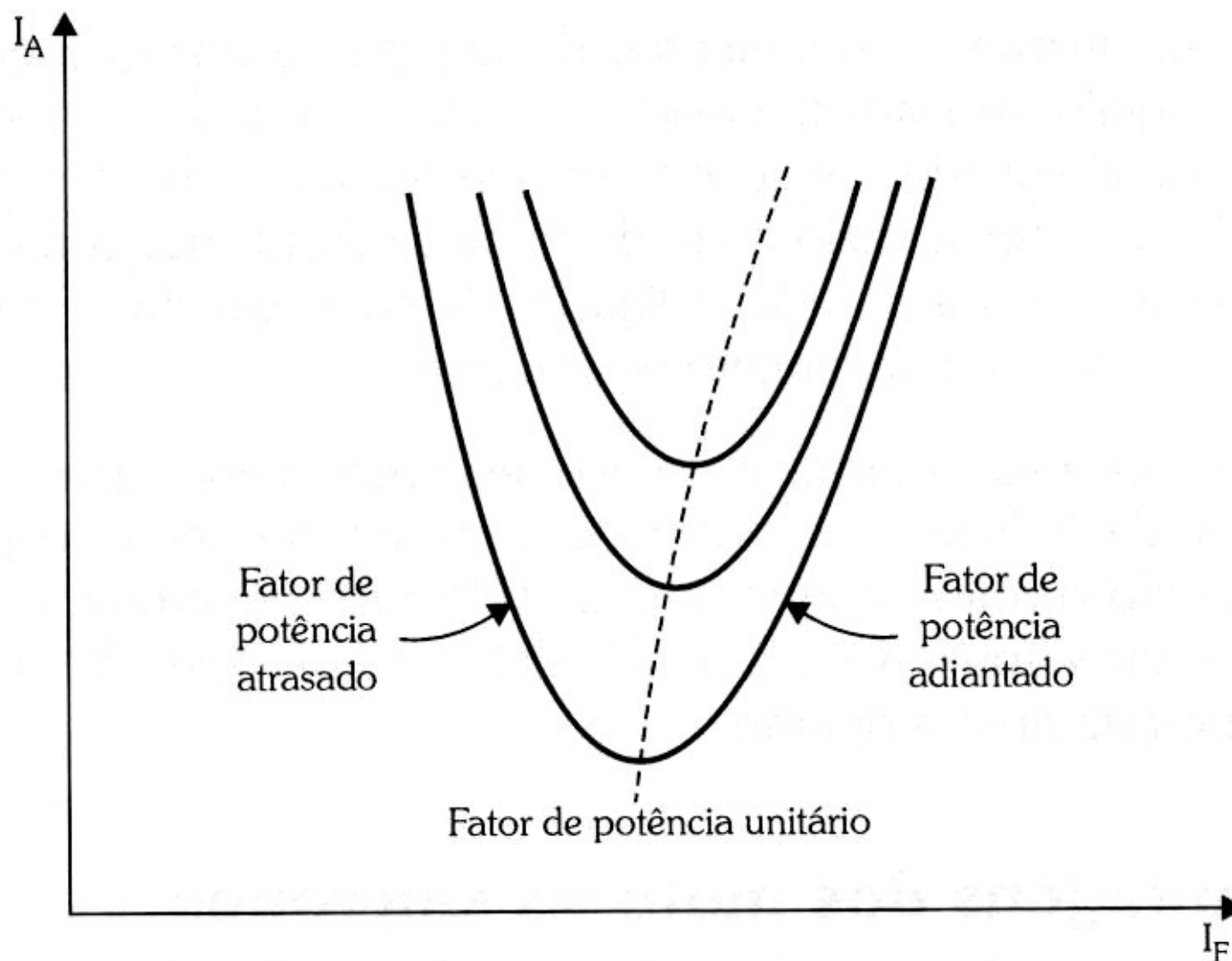
Nestes motores, o estator é alimentado com CA, enquanto o rotor é com CC proveniente de uma excitatriz (dínamo).



Utilização do motor síncrono para correção do FP

- Devido à possibilidade de variação da excitação do campo, o motor síncrono possui a característica de variação do FP;
- O FP é diretamente dependente da corrente de excitação.

Variação do FP em função da variação da corrente de excitação



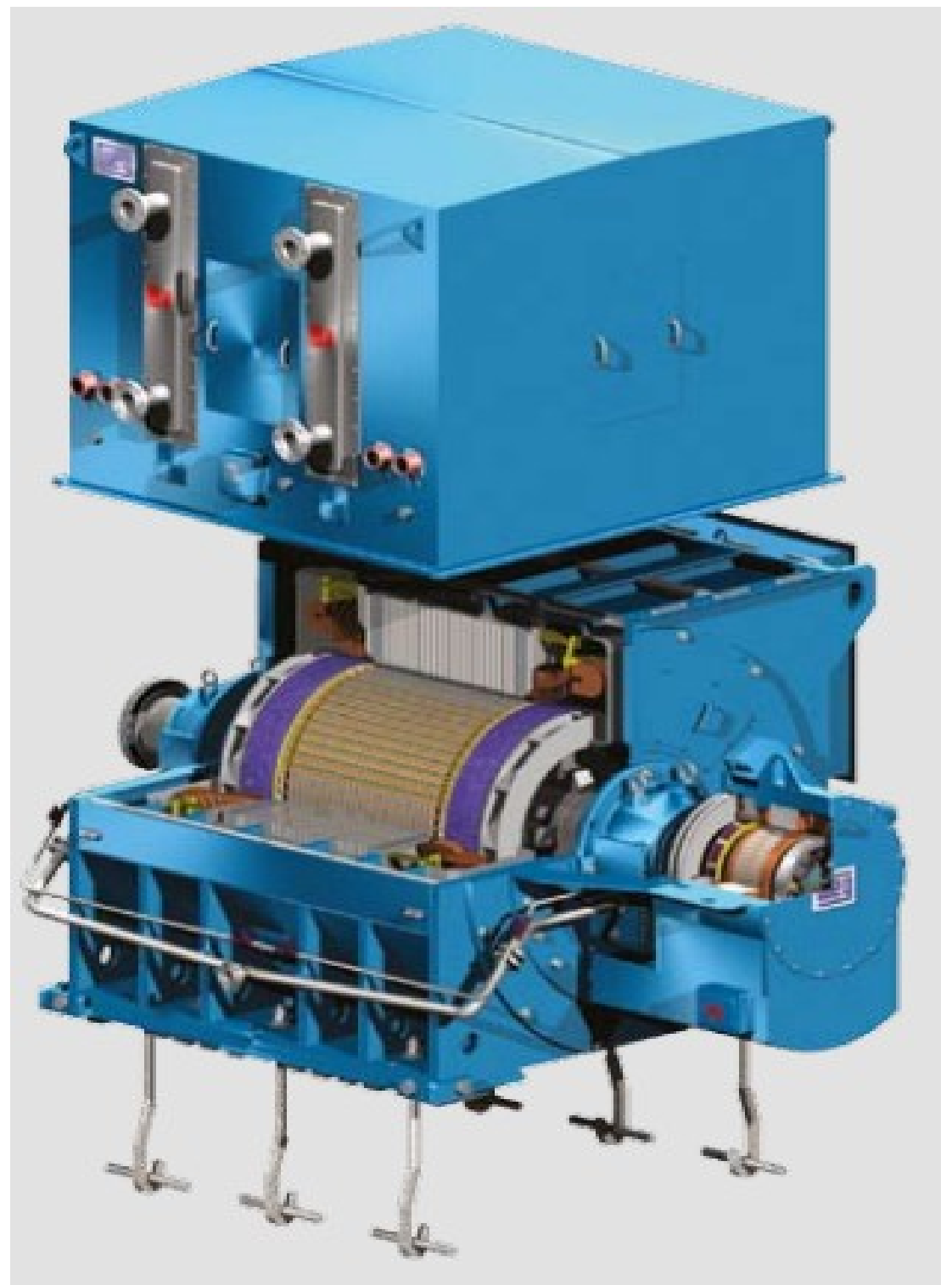
Desvantagens dos motores síncronos em relação aos de indução

- Precisam de uma fonte de excitação em CC;
- Manutenção constante;
- Não parte apenas com CA no estator pois é necessário que o motor seja levado a uma velocidade suficiente, próxima da velocidade síncrona para que ele possa entrar em sincronismo com o campo girante.

Vantagens dos motores síncronos em relação aos motores de indução

- Podem corrigir o FP;
- Possuem η maiores do que os motores de indução equivalentes, quando trabalham com $FP = 1$.

Motor Síncrono



Motores Assíncronos

- Giram numa rotação menor do que a rotação síncrona;
- Nestes motores, ocorre um deslizamento ou defasagem em relação à rotação síncrona, pois eles funcionam a uma velocidade menor que a síncrona.

Deslizamento ou escorregamento (S):

$$S = \frac{n_{síncrona} - n_{do\ motor}}{n_{síncrona}}$$

Motores Assíncronos

Características

- A velocidade a plena carga pode ser de 5 a 10% menor que o valor da velocidade com o motor sem carga;
- Os motores em gaiola absorvem, na partida, uma corrente que pode chegar de 5 a 7x a corrente a plena carga, mas desenvolvem um conjugado motor cerca de 1,5x o de plena carga, o que é muito conveniente para a demarragem das máquinas por eles acionadas.