

Motores elétricos

Os motores de CA podem ser monofásicos ou polifásicos. Nesta unidade, estudaremos os motores monofásicos alimentados por uma única fase de CA.

Para melhor entender o funcionamento desse tipo de motor, você deverá ter bons conhecimentos sobre os princípios de magnetismo e eletromagnetismo, indução eletromagnética e corrente alternada.

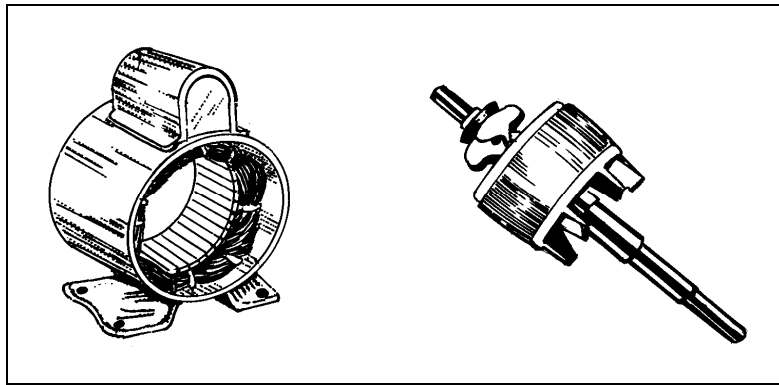
Motor monofásico de fase auxiliar

O motor monofásico de fase auxiliar é o de mais larga aplicação. Sua construção mecânica é igual à dos motores trifásicos de indução.

Assim, no estator há dois enrolamentos: um de fio mais grosso e com grande número de espiras (enrolamento principal ou de trabalho) e outro de fio mais fino e com poucas espiras (enrolamento auxiliar ou de partida).

O enrolamento principal fica ligado durante todo o tempo de funcionamento do motor, mas o enrolamento auxiliar só atua durante a partida. Esse enrolamento é desligado ao ser acionado um dispositivo automático localizado parte na tampa do motor e parte no rotor.

Geralmente um capacitor é ligado em série com o enrolamento auxiliar, melhorando desse modo o conjugado de partida do motor.



Estator e rotor

O motor monofásico de fase auxiliar funciona em função da diferença entre as indutâncias dos dois enrolamentos, uma vez que o número de espiras e a bitola dos condutores do enrolamento principal são diferentes em relação ao enrolamento.

As correntes que circulam nesses enrolamentos são defasadas entre si. Devido à maior indutância no enrolamento de trabalho (principal), a corrente que circula por ele se atrasa em relação à que circula no enrolamento de partida (auxiliar), cuja indutância é menor.

Depois da partida, ou seja, quando o motor atinge aproximadamente 80% de sua rpm, o interruptor automático se abre e desliga o enrolamento de partida. O motor, porém continua funcionando normalmente.

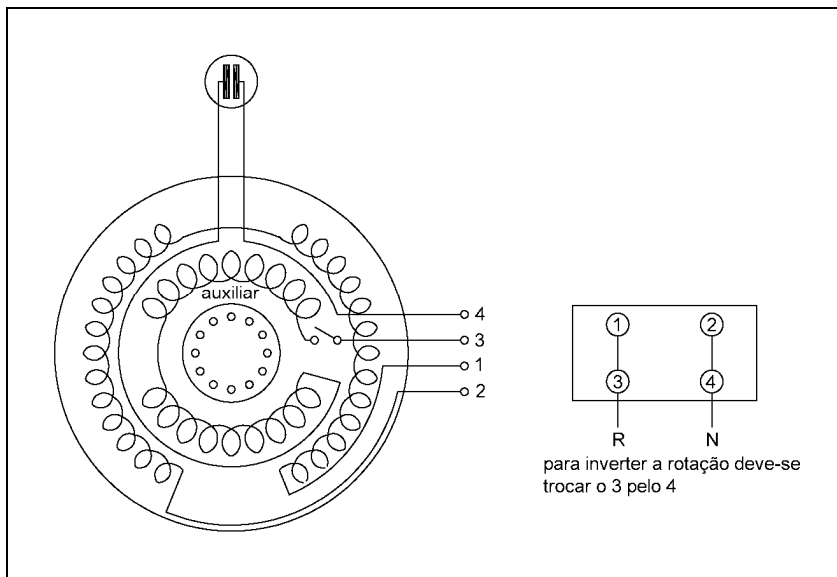
Os motores monofásicos de fase auxiliar podem ser construídos com dois, quatro ou seis terminais de saída.

Os motores de dois terminais funcionam em uma tensão (110 ou 220V) e em um sentido de rotação.

Os de quatro terminais são construídos para uma tensão (110 ou 220V) e dois sentidos de rotação, os quais são determinados conforme a ligação efetuada entre o enrolamento principal e o auxiliar.

De modo geral, os terminais do enrolamento principal são designados pelos números 1 e 2 e os do auxiliar por 3 e 4.

Para inverter o sentido de rotação, é necessário inverter o sentido da corrente no enrolamento auxiliar, isto é, trocar o 3 pelo 4.



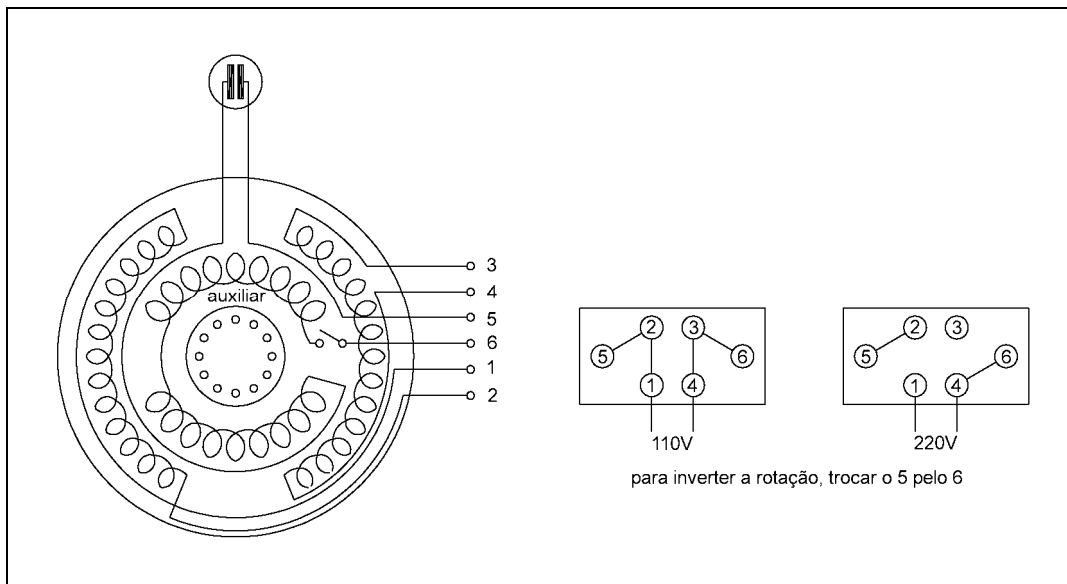
Enrolamentos e 4 terminais

Os motores de seis terminais são construídos para duas tensões (110 e 220V) e para dois sentidos de rotação.

Para inversão do sentido de rotação, inverte-se o sentido da corrente no enrolamento auxiliar.

O enrolamento principal é designado pelos números 1, 2, 3 e 4 e o auxiliar por 5 e 6. Para a inversão do sentido de rotação, troca-se o terminal 5 pelo 6.

As bobinas do enrolamento principal são ligadas em paralelo, quando a tensão é de 110V e em série, quando a tensão é de 220V.



Enrolamentos e 6 terminais

O motor de fase auxiliar admite reversibilidade quando se retiram os terminais do enrolamento auxiliar para fora com cabos de ligação. Admite também chave de reversão, mas neste caso, a reversão só é possível com o motor parado.

A potência deste motor varia de 1/6cv até 1cv, mas para trabalhos especiais existem motores de maior potência.

A velocidade desse tipo de motor é constante e, de acordo com a frequência e o número de pólos, pode variar de 1.425 a 3.512 RPM.

Motores trifásicos

A maior parte da energia elétrica produzida é distribuída em corrente alternada (CA), o que justifica o largo emprego dos motores de CA.

A construção mecânica dos motores de CA é mais simples do que a dos motores de CC. Por isso, eles são mais comumente usados na indústria.

Nesta unidade, estudaremos a estrutura, os tipos e as características do funcionamento dos motores trifásicos de corrente alternada.

Para isso, é necessário que você tenha conhecimentos anteriores sobre magnetismo e eletromagnetismo, indução eletromagnética e corrente alternada.

Os motores de CA são menos complexos que os motores de CC. Além disso, a inexistência de contatos móveis em sua estrutura garante seu funcionamento por um grande período sem necessidade de manutenção.

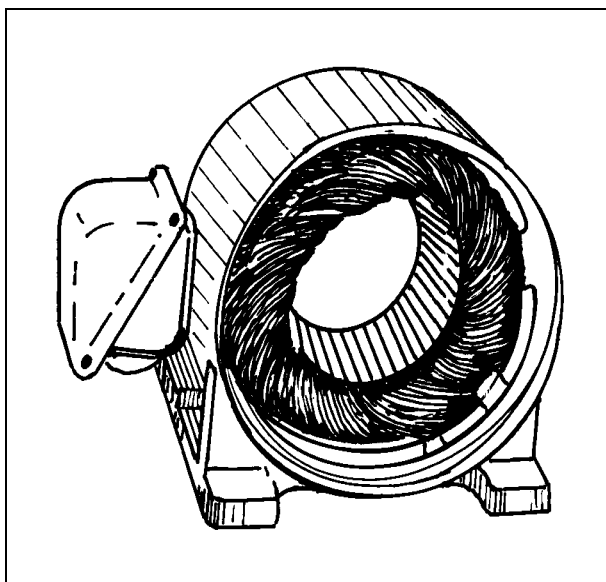
A velocidade nos motores de CA é determinada pela frequência da fonte de alimentação, o que propicia excelentes condições para seu funcionamento a velocidades constantes.

Os motores trifásicos de CA funcionam sob o mesmo princípio dos motores monofásicos, ou seja, sob a ação de um campo magnético rotativo gerado no estator, provocando com isto uma força magnética no rotor. Esses dois campos magnéticos agem de modo conjugado, obrigando o rotor a girar.

Os motores trifásicos de CA são de dois tipos: motores assíncronos (ou de indução) e motores síncronos.

O motor assíncrono de CA é o mais empregado por ser de construção simples, forte e de baixo custo. O rotor desse tipo de motor possui uma parte auto-suficiente que não necessita de conexões externas.

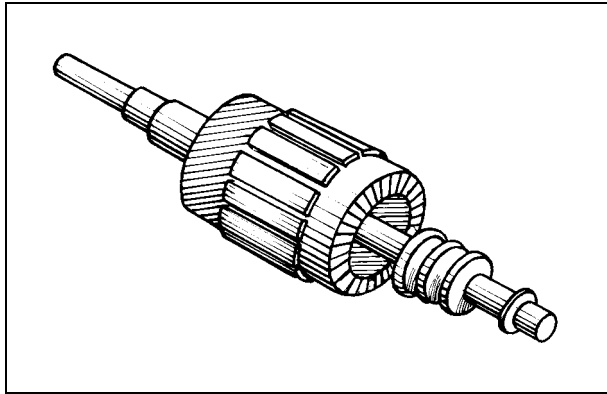
Esse motor também é conhecido como motor de indução, porque as correntes de CA são induzidas no circuito do rotor pelo campo magnético rotativo do estator.



Motor assíncrono

No estator do motor assíncrono de CA estão alojados três enrolamentos referentes às três fases. Estes três enrolamentos estão montados com uma defasagem de 120.

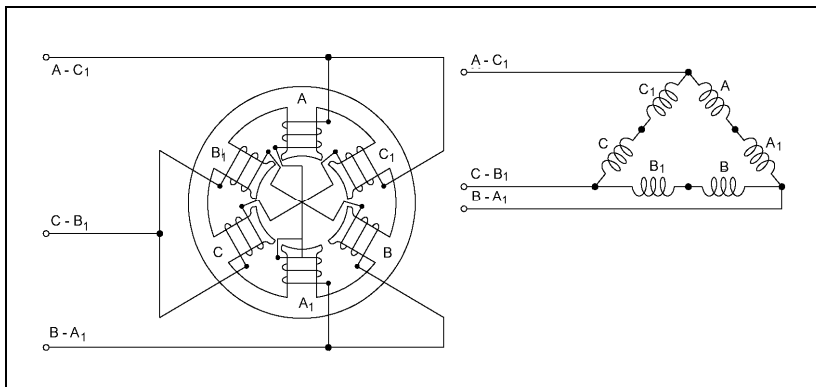
O rotor é constituído por um cilindro de chapas em cuja periferia existem ranhuras onde o enrolamento rotórico é alojado.



Rotor

Quando a corrente trifásica é aplicada aos enrolamentos do estator do motor assíncrono de CA, produz-se um campo magnético rotativo (campo girante).

A ilustração a seguir mostra a ligação interna de um estator trifásico em que as bobinas (fases) estão defasadas em 120° e ligadas em triângulo.



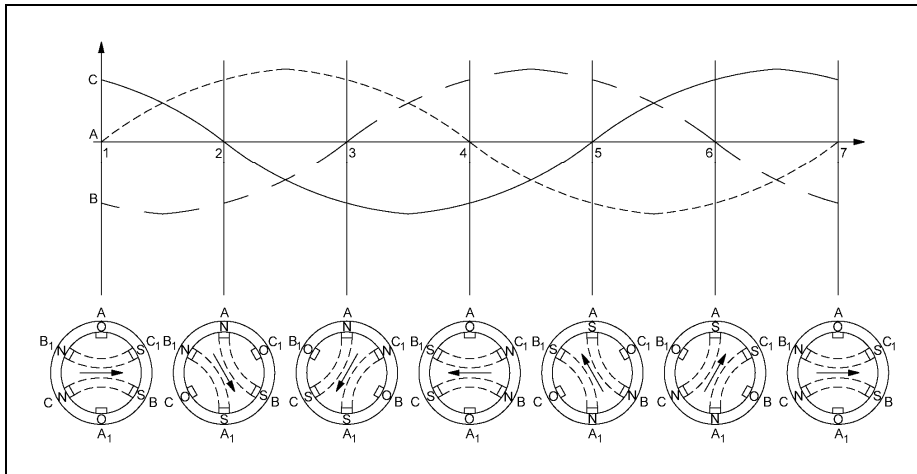
Ligação dos enrolamentos

O campo magnético gerado por uma bobina depende da corrente que no momento circula por ela. Se a corrente for nula, não haverá formação de campo magnético; se ela for máxima, o campo magnético também será máximo.

Como as correntes nos três enrolamentos estão com uma defasagem de 120°, os três campos magnéticos apresentam também a mesma defasagem.

Os três campos magnéticos individuais combinam-se e disso resulta um campo único cuja posição varia com o tempo. Esse campo único, giratório é que vai agir sobre o rotor e provocar seu movimento.

O esquema a seguir mostra como agem as três correntes para produzir o campo magnético rotativo num motor trifásico.



Seqüência de giro do rotor

No esquema vemos que no instante 1, o valor da corrente A é nulo e, portanto, não há formação de campo magnético. Isto é representado pelo 0 (zero) colocado no pólo do estator.

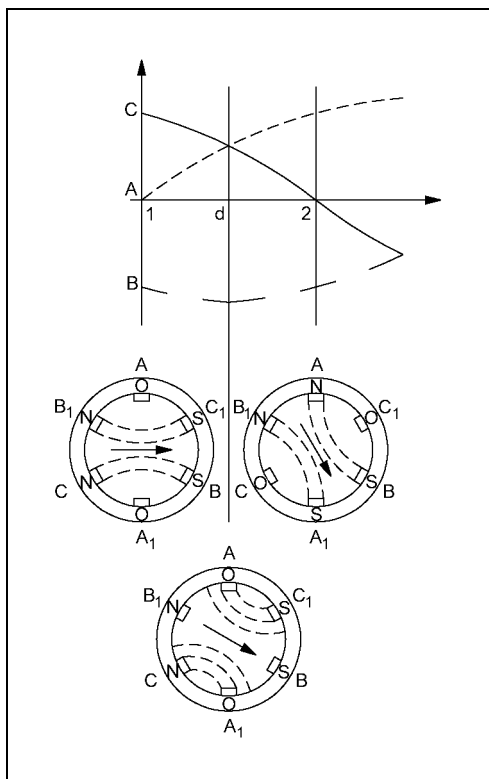
As correntes B e C possuem valores iguais, porém sentidos opostos.

Como resultante, forma-se no estator, no instante 1, um campo único direcionado no sentido N S.

No instante 2, os valores das correntes se alteram. O valor de C é nulo. A e B têm valores iguais, mas A é positivo e B é negativo.

O campo resultante se desloca em 60° em relação à sua posição anterior.

Quando um momento intermediário (d) é analisado, vemos que nesse instante as correntes C e A têm valores iguais e o mesmo sentido positivo. A corrente B, por sua vez, tem valor máximo e sentido negativo. Como resultado, a direção do campo fica numa posição intermediária entre as posições dos momentos 1 e 2.



Seqüência

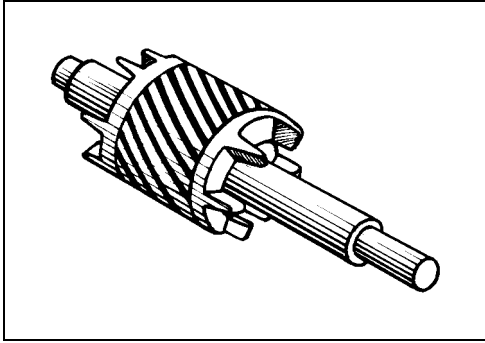
Se analisarmos, em todos os instantes, a situação da corrente durante um ciclo completo, verificamos que o campo magnético gira em torno de si. A velocidade de campo relaciona-se com a freqüência das correntes conforme já foi demonstrado.

Os motores assíncronos diferenciam-se pelo tipo de enrolamento do rotor. Assim, temos:

- Motor com rotor em gaiola de esquilo;
- Motor de rotor bobinado.

Motor com rotor em gaiola de esquilo

O motor com rotor em gaiola de esquilo tem um rotor constituído por barras de cobre ou de alumínio colocadas nas ranhuras do rotor. As extremidades são unidas por um anel também de cobre ou de alumínio.



Rotor

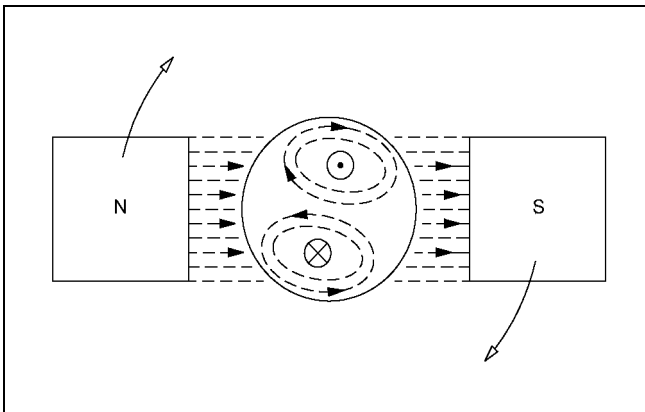
Entre o núcleo de ferro e o enrolamento de barras não há necessidade de isolamento, pois as tensões induzidas nas barras do rotor são muito baixas.

Esse tipo de motor apresenta as seguintes características:

- Velocidade que varia de 3 a 5% de vazio até a plena carga;
- Ausência de controle de velocidade;
- Possibilidade de ter duas ou mais velocidades fixas;
- Baixa ou média capacidade de arranque, dependendo do tipo de gaiola de esquilo do rotor (simples ou dupla).

Esses motores são usados para situações que não exijam velocidade variável e que possam partir com carga. Por isso, são usados em moinhos, ventiladores, prensas e bombas centrífugas, por exemplo.

No funcionamento do motor com rotor em gaiola de esquilo, o rotor, formado por condutores de cobre é submetido ao campo magnético giratório, já explicado anteriormente. Como consequência, nesses condutores (barras da gaiola de esquilo) circulam correntes induzidas, devido ao movimento do campo magnético.



Interação entre os campos magnéticos

Segundo a lei de Lenz, as correntes induzidas tendem a se opor às variações do campo original. Por esses motivos, as correntes induzidas que circulam nos condutores formam um campo magnético de oposição ao campo girante.

Como o rotor é suspenso por mancais no centro do estator, ele girará juntamente com o campo girante e tenderá a acompanhá-lo com a mesma velocidade. Contudo, isso não acontece, pois o rotor permanece em velocidade menor que a do campo girante.

Se o rotor alcançasse a velocidade do campo magnético do estator, não haveria sobre ele tensão induzida, o que o levaria a parar.

Na verdade, é a diferença entre as velocidades do campo magnético do rotor e a do campo do estator que movimenta o rotor. Essa diferença recebe o nome de escorregamento e é dada percentualmente por:

$$S = \frac{V_S - V_R}{V_S} \cdot 100$$

Onde V_S é a velocidade de sincronismo,
 V_R é a velocidade real do rotor.

Quando a carga do motor é aumentada, ele tende a diminuir a rotação e a aumentar o escorregamento. Conseqüentemente aumenta a corrente induzida nas barras da gaiola de esquilo e o conjugado do motor.

Desse modo, o conjugado do motor é determinado pela diferença entre a velocidade do campo girante e a do rotor.