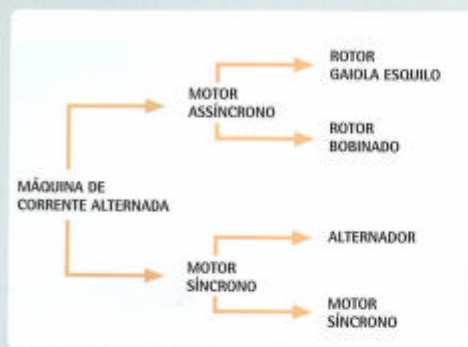


Título	Motores de Corrente Alternada	Data	4º Trim. 08
Fonte	O Electricista	Página	40

ficha prática n.º 16

{MOTORES DE CORRENTE ALTERNADA}



O motor eléctrico de corrente alternada, é um equipamento rotativo que funciona a partir de energia eléctrica, serve, basicamente, para "rodar" um segundo acoplado.

Estes motores podem ser divididos, num primeiro momento, em síncronos e assíncronos, sendo que, este último, sofre escorregamento conforme a intensidade de carga, contudo, são a esmagadora maioria nas indústrias.

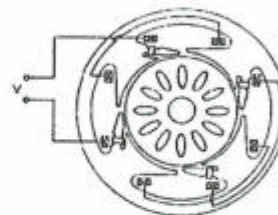
Uma outra grande divisão entre os motores de corrente, são em trifásicos e monofásicos. A diferença entre estes dois tipos de alimentação alteram profundamente a versatilidade e performance do motor, sendo, os monofásicos, muito mais limitados e necessitados de condensadores de arranque, senão, não conseguem vencer a inércia.

Os motores de corrente alternada existem em muitos tipos, sendo os principais: o motor síncrono que funciona com velocidade estável, e o motor de indução, que funciona com uma velocidade constante que varia com a carga acoplada.

FUNCIONAMENTO

A partir do momento que os enrolamentos localizados nas cavas do estator são sujeitos a uma corrente alternada, gera-se um campo magnético no estator, conseqüentemente, no rotor surge uma força electromotriz induzida devido ao fluxo magnético variável que atravessa o rotor. A f.e.m. induzida dá origem a uma corrente induzida no rotor que tende a opor-se à causa que lhe deu origem, criando assim um movimento giratório no rotor. A partir da aplicação de tensão alternada (trifásica ou monofásica) no estator, consegue-se produzir um campo magnético rotativo - campo girante - que atravessa os

condutores do rotor. Este campo magnético variável induz a força no rotor, que, por sua vez, cria o seu próprio campo magnético girante. Este campo magnético girante criado pelo rotor, ao tender a alinhar-se com o campo girante do estator, produz um movimento de rotação no rotor. A velocidade de rotação do rotor é ligeiramente inferior à velocidade de rotação do campo girante do estator, não estando por isso o rotor sincronizado com esse campo girante. Por esta razão este tipo de motor é também chamado de motor assíncrono (de indução).



MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO

Como podemos constatar o princípio de funcionamento do motor de indução baseia-se em duas leis do Electromagnetismo, a Lei de Lenz e a Lei de Faraday.

Faraday: "Sempre que através da superfície abraçada por um circuito tiver lugar uma variação de fluxo, gera-se nesse circuito uma força electromotriz induzida. Se o circuito é fechado será percorrido por uma corrente induzida".

Lenz: "O sentido da corrente induzida é tal que esta pelas suas acções magnéticas tende sempre a opor-se à causa que lhe deu origem".

O motor eléctrico transforma a potência eléctrica fornecida em potência mecânica e uma reduzida percentagem em perdas.

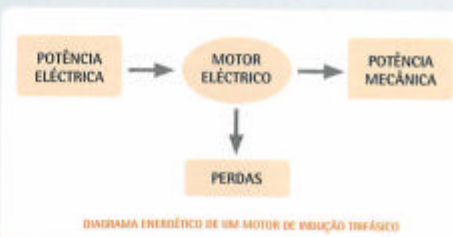


DIAGRAMA ENERGÉTICO DE UM MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO

As perdas principais que ocorrem num motor dividem-se em quatro diferentes tipos:

- › Perdas eléctricas
- › Perdas magnéticas
- › Perdas mecânicas
- › Perdas parasitas

As **perdas eléctricas**, aumentam acentuadamente com a carga aplicada ao motor. Estas perdas, por efeito de Joule podem ser reduzidas, aumentando a secção do estator e dos condutores do rotor.

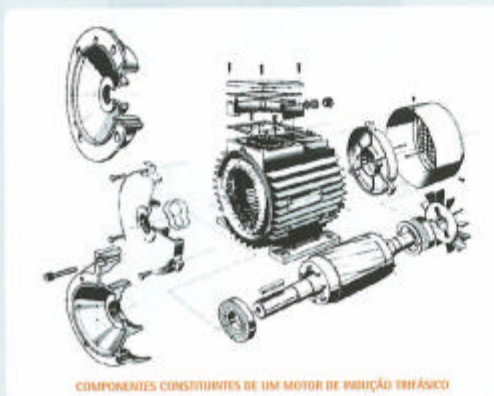
As **perdas magnéticas** ocorrem nas lâminas de ferro do estator e do rotor. Ocorrem devido ao efeito de histerese e às correntes induzidas (neste caso, correntes de Foucault), e variam com a densidade do fluxo e a frequência. Podem ser reduzidas através do aumento da secção do ferro no estator e rotor, através do uso de lâminas finas e da optimização dos materiais magnéticos.

As **perdas mecânicas** são devidas à fricção das partes em contacto, ventilação e perdas devido à oposição do ar. Podem ser reduzidas, usando procedimentos com baixa fricção e com o aperfeiçoamento do sistema de ventilação.

As **perdas parasitas** são perdas extravaiadas devidas a fugas do fluxo, distribuição de corrente não uniforme, imperfeições mecânicas nas aberturas para escoamento do ar, e irregularidades na densidade do fluxo do ar ao ser escoado pelas aberturas. Podem ser reduzidas através da optimização do projecto do motor e ainda de uma produção ou fabrico cuidadoso.

Apresenta-se de seguida a distribuição das perdas no motor, onde as perdas parasitas não são representadas por terem um valor insignificante.

CONSTITUIÇÃO



O motor assíncrono é constituído basicamente pelos seguintes elementos:

- › Um circuito magnético estático, constituído por chapas ferromagnéticas empilhadas e isoladas entre si, ao qual se dá o nome de estator;
- › Por bobinas (n grupos, consoante o motor monofásico ou polifásico) localizadas em cavas abertas no estator e alimentadas pela rede de corrente alternada;
- › Por um rotor constituído por um núcleo ferromagnético, também laminado, sobre o qual se encontra um enrolamento ou um conjunto de condutores paralelos, nos quais são induzidas correntes provocadas pela corrente alternada das bobinas do estator.

O rotor é apoiado num veio, que por sua vez transmite à carga a energia mecânica produzida. O entreferro (distância entre o rotor e o estator) é bastante reduzido, de forma a reduzir a corrente em vazio e portanto as perdas, mas também para aumentar o factor de potência em vazio.

Como exemplo apresenta-se a projecção dos diversos elementos o motor assíncrono de rotor em gaiola de esquilo.

TIPOS DE MOTORES ASSÍNCRONOS TRIFÁSICOS

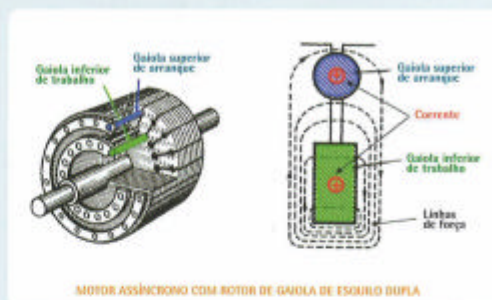
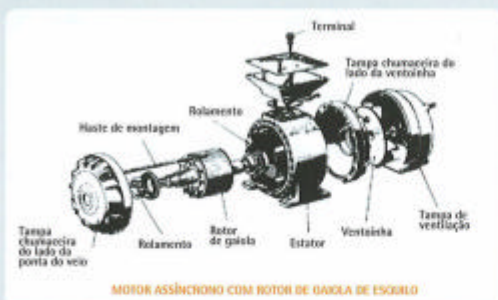
O motor de indução polifásico é o tipo mais utilizado, tanto na indústria como no ambiente doméstico, devido à maioria dos sistemas actuais de distribuição de energia eléctrica serem trifásicos de corrente alternada. O estudo recaiu essencialmente nos motores de indução trifásicos, já que na prática constituem o grande leque dos motores de indução polifásicos e também porque o número de fases varia o seu comportamento de uma forma já relatada, nomeadamente com a variação do número de pares de pólos que provoca alterações conhecidas.

A utilização de motores de indução trifásicos é aconselhável a partir dos 2 KW. Para potências inferiores justifica-se o monofásico. O motor de indução trifásico apresenta vantagens relativamente ao monofásico, nomeadamente um arranque mais fácil, o ruído é menor e são mais baratos para potências superiores a 2 KW.

MOTOR DE ROTOR EM GAIOLA DE ESQUILO

Este é o motor mais utilizado na indústria actualmente. Tem a vantagem de ser mais económico em relação aos motores monofásicos tanto na sua construção como na sua utilização. Além disso, escolhendo o método de arranque ideal, tem um leque muito maior de aplicações.

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), dispostos paralelamente entre si e unidas nas suas extremidades por dois anéis condutores, também em alumínio, que curto-circuitam os condutores.



O estator do motor é também constituído por um núcleo ferromagnético laminado, nas cavas do qual são colocados os enrolamentos alimentados pela rede de corrente alternada trifásica. A vantagem deste rotor relativamente ao de rotor bobinado é que resulta numa construção do induzido mais rápida, mais prática e mais barata.

Trata-se de um motor robusto, barato, de rápida produção, não exigindo colectores (orgão sensível e caro) e de rápida ligação à rede. De referir que as barras condutoras da gaiola são colocadas geralmente com uma certa inclinação, para evitar as trepidações e ruídos que resultam da acção electromagnética entre os dentes das cavas do estator e do rotor. A principal desvantagem refere-se ao facto de o binário de arranque ser reduzido em relação à corrente absorvida pelo estator. Trata-se essencialmente de um motor de velocidade constante (mas não síncrono).

MOTOR DE ROTOR EM GAIOLA DE ESQUILO DUPLA

Estes motores são constituídos por duas gaiolas, uma exterior, de menor secção formada por um material de alta resistividade e outra interior de maior secção e formada por um material de baixa resistividade.

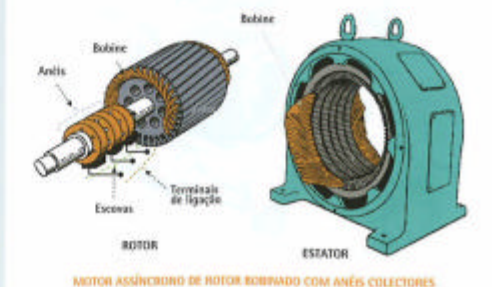
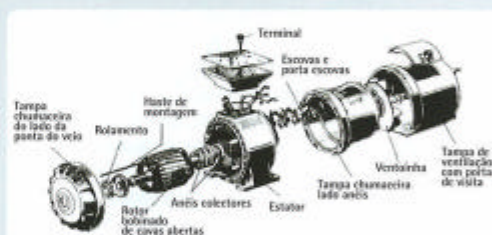
Ambas as gaiolas estão separadas entre si em cada ranhura por meio de uma pequena separação na qual aumenta o fluxo de dispersão na gaiola inferior. Para tal, consegue-se uma gaiola exterior de alta resistência e baixa reactância e uma gaiola interior de baixa resistência e alta reactância.

No arranque a corrente percorre na sua maior parte na gaiola interior, (menor resistência). A velocidade nominal, a corrente percorre na sua maior parte na gaiola exterior, (menor resistência).

Pode-se dizer, que a existência de duas gaiolas com características diferentes provoca com que o motor apresente uma impedância rotórica relativamente reduzida, desde o arranque até ao regime nominal. Este factor conduz a que as correntes rotóricas sejam mais elevadas e por tanto a um aumento do binário do motor total, desde o arranque até a velocidade nominal.

MOTOR DE ROTOR BOBINADO

O motor de rotor bobinado difere do motor de rotor em gaiola de esquilo apenas quanto ao rotor. O rotor é constituído por um núcleo ferromagnético laminado sobre o qual são alojadas as espiras que constituem o enrolamento trifásico, geralmente em estrela. Os três terminais livres de cada uma das bobinas do enrolamento trifásico são



ligados a três anéis colectores. Estes três anéis ligam exteriormente a um reóstato de arranque constituído por três resistências variáveis, ligadas também em estrela. Deste modo os enrolamentos do rotor também ficam em circuito fechado.

A função do reóstato de arranque, ligados aos enrolamentos do rotor, é a de reduzir as correntes de arranque elevadas, no caso de motores de elevada potência.

À medida que o motor vai ganhando velocidade, as resistências vão sendo progressivamente retiradas do circuito até ficarem curto-circuitadas (retiradas), quando o motor passa a funcionar no seu regime nominal. Desta forma, o motor de rotor bobinado também funciona com os elementos do rotor em curto-circuito (tal como o motor de rotor em gaiola de esquilo), quando atinge o seu regime nominal.

O motor de indução de rotor bobinado substitui o de rotor em gaiola de esquilo em potências muito elevadas devido ao abaixamento da corrente de arranque permitida pela configuração do rotor.

Apesar de ser utilizado em casos com velocidades constantes de serviço, como referimos no último parágrafo, aplica-se preferencialmente quando as velocidades de serviço são variáveis.

MOTOR ASSÍNCRONO MONOFÁSICO

Este tipo de motor possui apenas um conjunto de bobinas e a sua alimentação é feita por uma única fase de Corrente Alternada. Dessa forma, eles absorvem energia eléctrica de uma rede monofásica e transformam-na em energia mecânica.



Os motores monofásicos são utilizados para cargas que necessitam de motores de pequena potência como, por exemplo, motores para ventiladores, frigoríficos, berbequins.

✓ Vantagem do Motor Monofásico em Relação ao Trifásico

O motor monofásico é mais barato do que o trifásico, devido a ser de constituição mais simples.

✓ Desvantagem do Motor Monofásico em Relação ao Trifásico

O motor trifásico aproveita melhor o seu núcleo magnético, introduzindo no seu estator três enrolamentos em vez de um só (motor monofásico), o que leva a uma maior potência.

O motor trifásico apresenta melhor rendimento, para a mesma potência em relação ao motor monofásico.

O motor trifásico não necessita de nenhum mecanismo para poder arrancar, o que não acontece com o monofásico, já que precisa de uma "ajuda" para arrancar.

TIPOS DE MOTORES MONOFÁSICOS

› Motor Universal

Os motores do tipo universal podem funcionar tanto com corrente contínua quanto com corrente alternada, daí a origem de seu nome. O motor universal é o único motor monofásico cujas bobinas do estator são ligadas electricamente ao rotor por meio de dois contactos deslizantes (escovas). Esses dois contactos, por sua vez, ligam em série o estator e o rotor.

› Motor de Repulsão

Este motor é constituído por um enrolamento monofásico estático, alimentado pela tensão da rede. O induzido é semelhante ao do motor de corrente contínua, mas em que as escovas são curto-circuitadas entre si, através de um condutor de fraca resistência.

A alimentação deste motor é feita através do enrolamento do estator, enquanto o do rotor esta em curto-circuito, não sendo por isso alimentado.

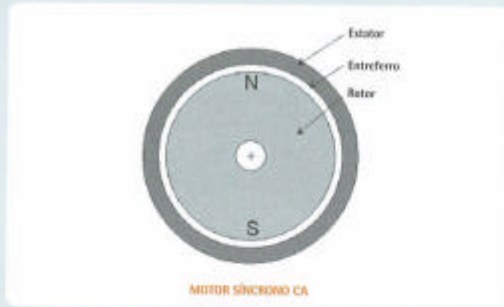
MÁQUINA SÍNCRONA

A Máquina Síncrona é uma máquina reversível, que como o seu nome próprio o indica, o seu rotor gira a uma velocidade de sincronismo. Esta máquina pode funcionar tanto como gerador ou como motor. O gerador tem o nome de "Alternador" e o motor tem o nome de "Motor Síncrono". Ambos são idênticos na sua constituição, mas a grande diferença é na transformação de energia.

O Alternador transforma energia mecânica fornecida por um motor, em energia eléctrica que vai fornecer a uma determinada carga ou a rede eléctrica.

O Motor síncrono transforma energia eléctrica vinda da rede, em energia mecânica.

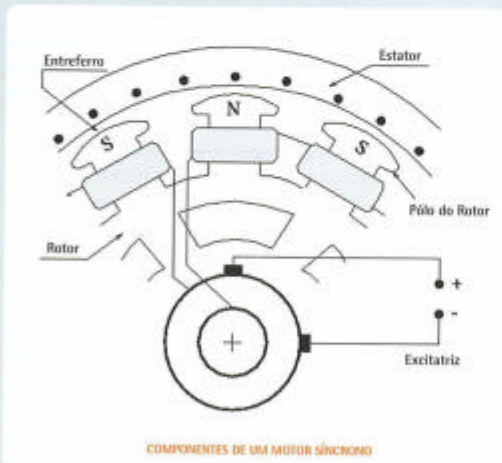
Os alternadores e motores síncronos são constituídos pelo rotor e pelo estator. No rotor está montado o enrolamento indutor que é percorrido por uma corrente que tem como função a criação de um campo magnético intenso. No estator estão montados os enrolamentos induzidos nos quais se efectua a conversão electromecânica de energia.



DESCRIÇÃO DA MÁQUINA SÍNCRONA

Estator

O estator é constituído basicamente por uma carcaça com funções essencialmente mecânicas. Esta carcaça suporta um núcleo de material ferromagnético sob o qual, em cavas, se encontram distribuídos os enrolamentos do induzido.



Rotor

Os rotores são normalmente de dois tipos: Rotores de pólos salientes e rotores de pólos lisos, ou bobinados. Nas máquinas de pequena potência usam-se também rotores constituídos por ímãs permanentes. Nos rotores de pólos salientes há um núcleo central montado no veio, ao qual se ligam pólos onde são enrolados os enrolamentos do indutor. Esta solução é utilizada normalmente em máquinas de elevado número de pólos (baixa velocidade de rotação) sendo relativamente reduzida a força centrífuga a que os pólos estão sujeitos.

Nas máquinas de pólos lisos os condutores estão montados em cavas e distribuídos ao longo da periferia. O número de pólos é reduzido (velocidade elevada) sendo o diâmetro destas máquinas relativamente pequeno.

Por vezes há vantagem que o material do rotor tenha pequena resistividade eléctrica, assim, qualquer variação do fluxo através do rotor origina correntes no núcleo relativamente intensas que têm, como efeito atenuar as variações de fluxo através do rotor. Com o mesmo fim montam-se, por vezes, no rotor, condutores de cobre ou bronze, paralelos ao eixo e que são ligados uns aos outros através de barras ou anéis tal como as gaiolas das máquinas de indução. Estes condutores constituem os enrolamentos amortecedores. Em regime permanente, as f.e.m. induzidas nestes enrolamentos são nulas e por consequência são nulas as correntes neles induzidas. Assim, os enrolamentos amortecedores funcionarão apenas em regimes desequilibrados ou em regimes transitórios.

Carcaça

A carcaça tem essencialmente uma função de suporte mecânico do estator. Normalmente não é atravessada por um fluxo magnético apreciável.

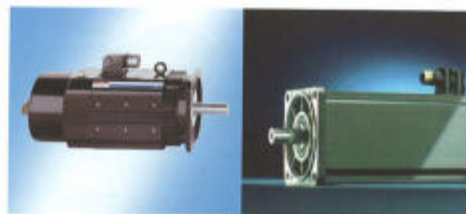
Núcleo do Induzido

Tem por função permitir uma indução magnética intensa. Como é atravessado por um campo magnético variável no tempo, tem que ser constituído por um material com pequenas perdas no ferro, ou seja, com pequena área do ciclo de histerese e com resistividade eléctrica elevada.

Enrolamento do Induzido

Os enrolamentos do induzido são constituídos por condutores, em geral de cobre, isolados e colocados em cavas.

Estes enrolamentos são do mesmo tipo dos enrolamentos do estator das máquinas assíncronas. São normalmente distribuídos ao longo da periferia podendo o número de cavas por pólo e fase atingir um número elevado. Nas máquinas trifásicas, os três enrolamentos estão desfasados de um terço de período uns em relação aos outros.



MOTORES SÍNCRONOS