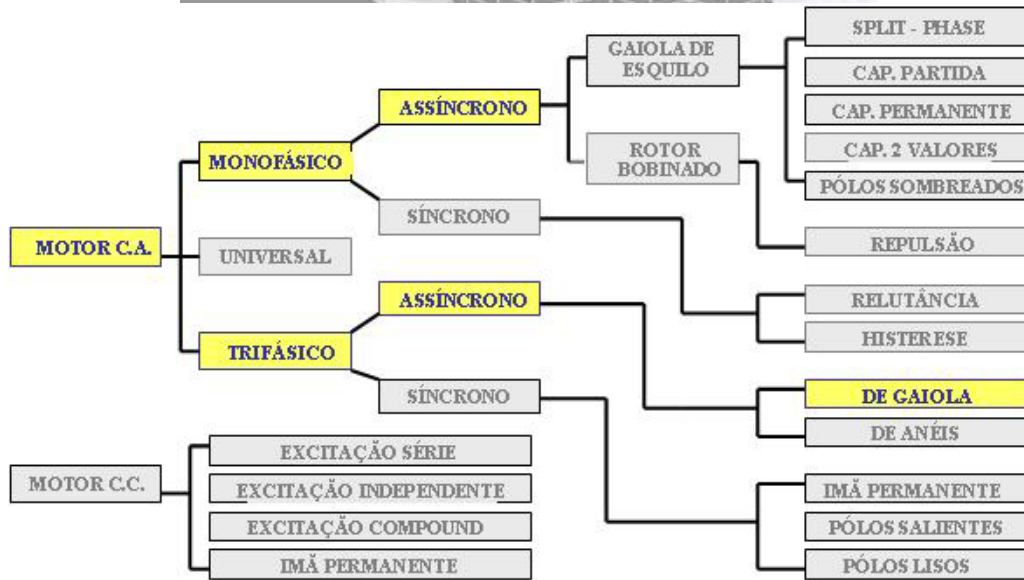


# Motores Elétricos



## Conteúdo

1. Motor Síncrono
2. Motor Assíncrono
3. Motor CC

## 1.0 MOTOR SÍNCRONO

Os motores síncronos são motores de velocidade constante e proporcional com a frequência da rede. Os pólos do rotor seguem o campo girante imposto ao estator pela rede de alimentação trifásica. Assim, a velocidade do motor é a mesma do campo girante.

Basicamente, o motor síncrono é composto de um enrolamento estatórico trifásico, que produz o que se designa de campo girante, e de um rotor bobinado (de pólos salientes ou de pólos lisos) que é excitado por uma tensão CC. Esta tensão CC de excitação gera um campo estacionário no rotor que interagindo com o campo girante produzido pelo enrolamento estatórico, produz torque no eixo do motor com uma rotação igual ao próprio campo girante.



Figura 1.1 - Motor síncrono

O maior conjugado que o motor pode fornecer está limitado pela máxima potência que pode ser cedida antes da perda de sincronismo, isto é, quando a velocidade do rotor se torna diferente da velocidade do campo girante, ocasionando a parada do motor (tombamento). A excitação determina também as porcentagens de potência ativa e reativa que o motor retira da rede, para cada potência mecânica solicitada pela carga.

Este tipo de motor tem a sua aplicação restrita a acionamentos especiais, que requerem velocidades invariáveis em função da carga (até o limite máximo de torque do motor). A sua utilização com conversores de frequência pode ser recomendada quando se necessita uma variação de velocidade aliada a uma precisão de velocidade mais apurada.

A rotação do eixo do motor (rotação síncrona) é expressa por:

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p}$$

$n_s$  = Rotação síncrona (rpm);

$f$  = Frequência (Hz);

$2p$  = Número de pólos.

## 2.0 MOTOR ASSÍNCRONO

Os motores assíncronos ou de indução, por serem robustos e mais baratos, são os motores mais largamente empregados na indústria. Nestes motores, o campo girante tem a velocidade síncrona, como nas máquinas síncronas.

Teoricamente, para o motor girando em vazio e sem perdas, o rotor teria também a velocidade síncrona. Entretanto ao ser aplicado o conjugado externo ao motor, o seu rotor diminuirá a velocidade na justa proporção necessária para que a corrente induzida pela diferença de rotação entre o campo girante (síncrono) e o rotor, passe a produzir um conjugado eletromagnético igual e oposto ao conjugado externamente aplicado.

Este tipo de máquina possui várias características próprias, que são definidas e demonstradas em uma larga gama de obras dedicadas exclusivamente a este assunto. Nesta apostila veremos os princípios e equações básicas necessárias para o desenvolvimento do tema voltado à aplicação de conversores de frequência para a variação de velocidade.

A rotação do eixo do motor é expressa por:

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p} \times (1 - s)$$

- $n_s$  = Rotação síncrona (rpm);
- $f$  = Frequência (Hz);
- $2p$  = Número de pólos;
- $s$  = Escorregamento.

Basicamente os motores assíncronos se subdividem em dois tipos principais, os quais são:

### 2.1 ROTOR GAIOLA

Os motores deste tipo também são comumente chamados de motores de GAIOLA DE ESQUILO, pois seu enrolamento rotórico tem a característica de ser curto-circuitado, assemelhando-se a tal, como mostrado na figura a seguir :

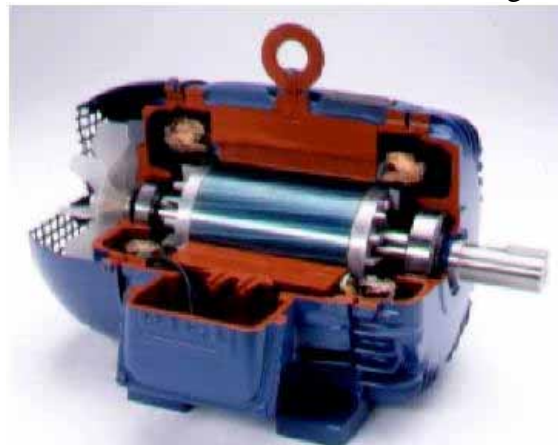


Figura 1.2 – Motor assíncrono de rotor gaiola

## 2.2 ROTOR BOBINADO

O motor de anéis possui a mesma característica construtiva do motor de indução com relação ao estator, mas o seu rotor é bobinado com um enrolamento trifásico, acessível através de três anéis com escovas coletoras no eixo.

Graças a característica do ajuste da curva de conjugado x rotação em função do aumento da resistência rotórica pela inclusão de resistores externos, são estes motores largamente utilizados no acionamento de sistemas de elevada inércia e nos casos em que o conjugado resistente em baixas rotações seja alto comparativamente ao conjugado nominal. Por outro lado, para acionamentos com baixa inércia, estes motores podem apresentar correntes de aceleração reduzidas.

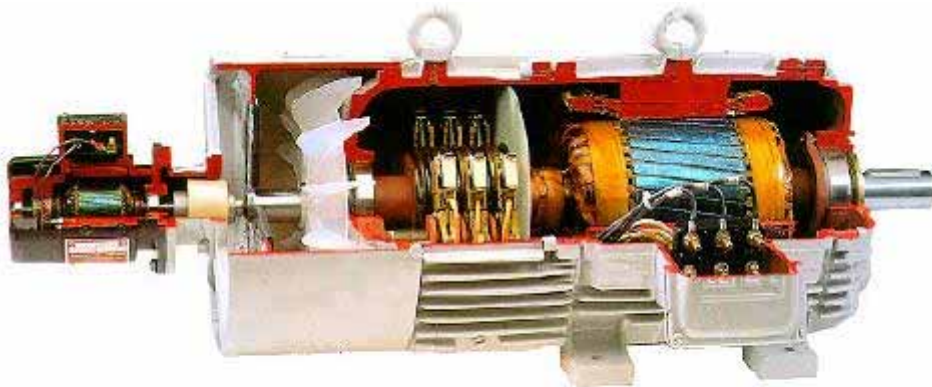


Figura 1.3 – Motor assíncrono de rotor de anéis

## 3.0 MOTOR CC

As máquinas de corrente contínua, em função do seu princípio de funcionamento, permitem variar a velocidade de zero até a velocidade nominal aliada com a possibilidade de se ter conjugado constante. Esta característica é de fundamental importância, pois dessa forma torna-se possível fazer o acionamento em várias aplicações que exigem ampla faixa de variação de velocidade com uma ótima regulação e precisão de velocidade.

Sendo um sistema específico e direcionado a aplicações dedicadas, os motores de corrente contínua são dimensionados de forma a ter as suas características definidas especialmente ao acionamento, vindo com isto a acarretar em uma elevação dos custos de produção e ser considerado como uma máquina diferenciada, onde na maior parte das situações é produzida sob encomenda.

O sistema de acionamento por corrente contínua é ainda um sistema largamente utilizado, pois em muitas aplicações é necessário que se tenha uma ótima precisão de velocidade (até 0,01%), principalmente nas aplicações de sincronismo entre vários motores.

Para que isto possa ocorrer, a maioria dos acionamentos CC são realimentados, isto é, possuem no motor CC um tacogerador acoplado ao seu eixo que fornece

informação da velocidade do motor com o intuito de melhorar a sua regulação de velocidade.

Outra característica destes motores é que possuem em sua maioria ventilação independente e classe de isolamento melhorada (classe F), para que permitam a sua operação em velocidades reduzidas sem problemas de sobreaquecimento e redução de sua vida útil. A rotação do motor de corrente contínua é expressa por:

$$n = \frac{U_A - (R_A \times I_A)}{k \times \Phi_m}$$

$U_A$  = Tensão de armadura (Vcc);

$I_A$  = Corrente de armadura (Acc);

$R_A$  = Resistência de armadura;

$k$  = Constante;

$\Phi_m$  = Fluxo magnetizante;

$n$  = Rotação (rpm).

Os motores de corrente contínua permitem também a operação com rotações além da rotação nominal, utilizando-se o que se caracteriza por "ENFRAQUECIMENTO DE CAMPO", que é o aumento da rotação através da redução do fluxo magnetizante e conseqüente redução de torque, conforme descrito na região II da figura a seguir:



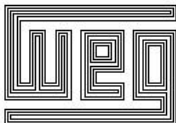



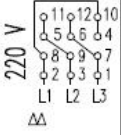
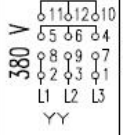
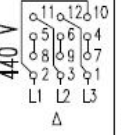
Figura 1.4 - Característica do conjugado x rotação do motor CC







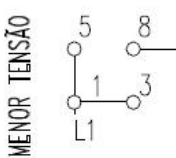
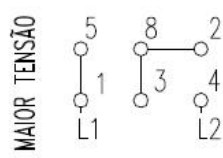
Figura 1.5 – Motor Corrente Contínua

## 4.0 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

A placa de identificação contém as informações que determinam as características nominais e de desempenho dos motores, conforme Norma NBR 7094

  <p>NBR.7094</p>		 <p>PNCEE</p> <p>REND.%= 92.5%</p> <p>cos <math>\Psi</math> 0.87</p> <p style="text-align: right;">00022</p>	
<p>~ 3 250S/M 11/01 AY53872</p>			
<p>MOTOR INDUCAO - GAIOLA INDUCT. MOTOR-SQUIRREL CAGE Hz 60 CAT N FS SF 1.00</p>			
<p>kW(HP-cv) 75(100) RPM min 1775</p>			
<p>ISOL INSL F <math>\Delta</math> 80 K Ip/In 8.8 IP55 ALT m</p>			
<p>220/380/440 V 245/142/123 A</p>			
<p>REG DUTY S1 MAX AMB</p>			
<p> → 6314-C3 POLYREX EM-ESSO → 6314-C3 27 g 9789 h</p>		<p>462 kg</p>	
		<p>220 V </p> <p>380 V </p> <p>440 V </p> <p>ONLY START SOMENTE PARTIDA</p>	

Placa de identificação do motor trifásico

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">04323</p>     <p>LR38324 E104590</p>	<p>~ 1 C48 kW(HP-cv) 0.37(1/2)</p>	
	<p>RPM 1720 REG S1</p>	
	<p>110/220 V 60 HZ FS 1.25</p>	
	<p>8.40/4.20 A ISOL B<math>\Delta</math>t K AMB 40°C</p>	
	<p>IFS 9.20/4.60 A IP 21</p>	
	<p>REND IP/IN 5.3</p>	
	<p>CAP. 1X216-259 <math>\mu</math>F 110 V</p>	
	<p>   </p> <p>PARA INVERTER A ROTACAO TROCAR 5 PELO 8</p> <p>1 - AZUL 2 - BRANCO 3 - LARANJA 4 - AMARELO 5 - PRETO 8 - VERMELHO</p>	

Placa de identificação do motor monofásico

### 4.1 Interpretando a Placa de Identificação

Para o motor trifásico :

~ **3** : se refere a característica de ser um motor trifásico de corrente Alternada

**250 S/M** : o número "250" se refere a carcaça do motor, e é a distância em milímetros medida entre o meio do furo de centro do eixo e a base sobre a qual o motor está afixado; a notação "S e M" deriva do inglês Short = Curto e Medium = Médio, e se refere a distância entre os furos presentes nos pés do motor. Nos demais modelos pode existir também L de Large = Grande.

**11/01** : está relacionada com mês e ano de fabricação do motor, neste caso o motor foi fabricado em novembro de 2001.

**AY53872** : esta codificação é o número de série do motor composto de 2 letras e cinco algarismos. Esta notação está presente na placa de identificação de todos os motores trifásicos e monofásicos, IP55 fabricados a partir de Janeiro de 1995.

**60Hz** : frequência da rede de alimentação para o qual o motor foi projetado.

**CAT. N** : categoria do motor, ou seja, características de conjugado em relação a velocidade . Existe três categorias definidas em norma (NBR 7094), que são : CAT.N : se destinam ao acionamento de cargas normais como bombas, máquinas operatrizes e ventiladores. CAT. H : Usados para cargas que exigem maior conjugado na partida, como peneiras britadores, etc. CAT.D : Usado em prensas excêntricas, elevadores, etc.

**KW(HP-cv) 75 (100)**: indica o valor de potência em kW e em CV do motor.

**1775 RPM** : este valor é chamado de Rotação Nominal (rotações por minuto) ou rotação a plena carga.

**FS 1.00** : se refere a um fator que, aplicado a potência nominal, indica a carga permissível que pode ser aplicada continuamente ao motor sob condições específicas, ou seja, uma reserva de potência que dá ao motor uma capacidade de suportar melhor o funcionamento em condições desfavoráveis.

**ISOLF** : indica o tipo de isolante que foi usado neste motor, e para esse caso a sobrelevação da classe é de 80 K. São em número de três os isolantes usados pela Weg : B (sobrelevação de 80 K), F(sobrelevação de 105K) e H(sobrelevação de 125 K).

**IP/IN 8.8** : é a relação entre a corrente de partida (IP) e a corrente nominal (IN). Em outras palavras, podemos dizer que a corrente de partida equivale a 8.8 vezes a corrente nominal.

**IP 55** : indica o índice de proteção conforme norma NBR-6146. O primeiro algarismo se refere a proteção contra a entrada de corpos sólidos e o segundo algarismo contra a entrada de corpos líquidos no interior do motor. As tabelas indicando cada algarismo se encontra no Manual de Motores Eléctricos da Weg Motores.

**220/380/440 V** : são as tensões de alimentação deste motor. Possui 12 cabos de saída e pode ser ligado em rede cuja tensão seja 220V (triângulo paralelo), 380V (estrela paralelo) e 440V (triângulo série). A indicação na placa de "Y" se refere na verdade a tensão de 760V, usada somente durante a partida estrela-triângulo cuja tensão da rede é 440V.

**245/142/123 A** : estes são os valores de corrente referentes respectivamente às tensões de 220/380/440V.

**REG. S1** : se refere ao regime de serviço a que o motor será submetido. Para este caso a carga deverá ser constante e o funcionamento contínuo.

**Max.amb.**: é o valor máximo de temperatura ambiente para o qual o motor foi projetado. Quando este valor não está expresso na placa de identificação devemos entender que este valor é de 40°C.

**ALT.** : indica o valor máximo de altitude para o qual o motor foi projetado. Quando este valor não estiver expresso na placa de identificação devemos entender que este valor é de 1000 metros.

Ao lado dos dados citados acima, temos os esquemas de ligação possíveis na rede de alimentação.

Logo abaixo dos dados, podemos ver a indicação dos rolamentos que devem ser usados no mancal dianteiro, traseiro e sua folga. Para este caso temos os rolamentos 6314-C3. Temos indicado também o tipo e a quantidade de graxa (gramas) a ser usada, e o período em horas que deve ser feita a relubrificação. Ao lado temos a indicação do peso aproximado em Kilogramas deste motor (462 Kg).

**REND.% = 92,5%** : indica o valor de rendimento. Seu valor é influenciado pela parcela de energia eléctrica transformada em energia mecânica. O rendimento varia com a carga a que o motor está submetido.



**COS j = 0.87** : indica o valor de fator de potência do motor, ou seja, a relação entre a potência ativa (kW) e a potência aparente (kVA). O motor elétrico absorve energia ativa (que produz potência útil) e energia reativa (necessária para a magnetização do bobinado).

**00022** = Indica o item do motor que foi programado na fábrica. Para o motor monofásico não temos número de série como identificação, somente o item do motor na placa/etiqueta. Uma característica a ser observada na placa do motor monofásico é o valor do capacitor (quando utilizar). No exemplo temos 1 x 216 a 259  $\mu\text{F}$  em 110V.

