



**COMANDOS
ELÉTRICOS**
DO-ZERO

7 | MOTORES ELÉTRICOS: COMO DIMENSIONAR CONFORME CADA APLICAÇÃO



Especialista: Elifábio

Bem-vindos à aula!

Fala, meu amigo Eletricista! Preparados para aprender **Comandos Elétricos**?

Com esta aula você saberá o jeito certo de dimensionar motores elétricos de acordo com cada aplicação.

Preparado?



Existe uma variedade muito grande de motores elétricos, alguns exemplos:

- Motores de corrente contínua (CC).
- Motores de passo.
- Servomotores.
- Motores de corrente alternada.

Dos motores de corrente alternada o mais comumente utilizado é o **motor assíncrono ou motor de indução**, sendo assim esse tipo de motor será o único abordado neste estudo.



PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

Todos os motores possuem uma placa de identificação que contém as características nominais da máquina.

Os motores são fabricados em conformidade com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Vamos interpretar a placa de identificação de um motor a partir da figura ao lado:

Exemplo de uma placa de identificação de motor



FREQUÊNCIA

É a frequência de alimentação do motor em Hertz (Hz).

A frequência da rede no Brasil é 60 Hz, mas nos outros países da América do Sul é 50 Hz.

Exemplo de uma placa de identificação de motor



Exemplo de uma placa de identificação de motor

WEG ALTO RENDIMENTO NBR7094			
MOTOR DE INDUÇÃO GAIOLA INDUCTION MOTOR GAGE		Hz 60	CAT N
kW (HP - cv) 2.2(3.0)		RPM/min 1730	
FS 1.15	ISOL B ΔT K	IP/In 6.7	IP55
220/380/440 V		8.40/ 4.86/ 4.20 A	
REG DUTY S1	MAX AMB	ALT m	
220 V 380 V 440 V 760 V			
ONLY START / SOMENTE PARTIDA			
6205-ZZ A BASE DE LITIO			kg
6204-ZZ			
PNCEE			
REND%= 85.5%			
COS φ= 0.81			
INMETRO			

CAT – Categoria:

É a classificação do motor segundo a NBR 7094 da ABNT, conforme suas características de conjugado em relação à velocidade e à corrente de partida. As categorias são:

N:

Conjugado de partida normal, corrente de partida normal e baixo escorregamento. É utilizado para acionamento de cargas normais com baixo conjugado de partida como bombas, máquinas operatrizes, etc.

Exemplo de uma placa de identificação de motor



CAT - Categoria:

H:

Conjugado de partida alto, corrente de partida normal e baixo escorregamento. Utilizado para cargas que possuem um mais conjugado de partida como transportadores carregados, moinhos, etc.

D:

Conjugado de partida alto, corrente de partida normal e alto escorregamento. Utilizado em prensas e máquinas semelhantes em que a carga apresenta picos periódicos e em elevadores onde a carga necessita de alto conjugado de partida.

POTÊNCIA

É o valor nominal da potência ativa do motor em cv, hp e kW.

VELOCIDADE – ROTAÇÃO

É a velocidade ou rotação síncrona do motor em rotações por minuto (rpm).

F.S – FATOR DE SERVIÇO

É o fator de sobrecarga que o motor suporta em regime contínuo, uma reserva de potência caso seja necessário em função de instabilidades da carga. As instalações e comandos devem estar preparados para essa sobrecarga contínua.

Exemplo de uma placa de identificação de motor

weg		ALTO RENDIMENTO		NBR7094
MOTOR DE INDUÇÃO GAIOLA		60	N	
INDUCTION MOTOR GAGE		2.2(3.0)	RPM	1730
FS 1.15	SOL B Δ I K	IP/In 67	IP55	
220/380/440 V		8.40/4.86/4.20 A		
DUT		MAX AMB	ALT m	
ONLY START / SOMENTE PARTIDA				
6205-ZZ A BASE DE LITIO			kg	
6204-ZZ				
		PNCEE		CE
		REND%= 85.5%		
		COS φ= 0.81		

Exemplo de uma placa de identificação de motor



ISOL - CLASSE DE ISOLAMENTO:

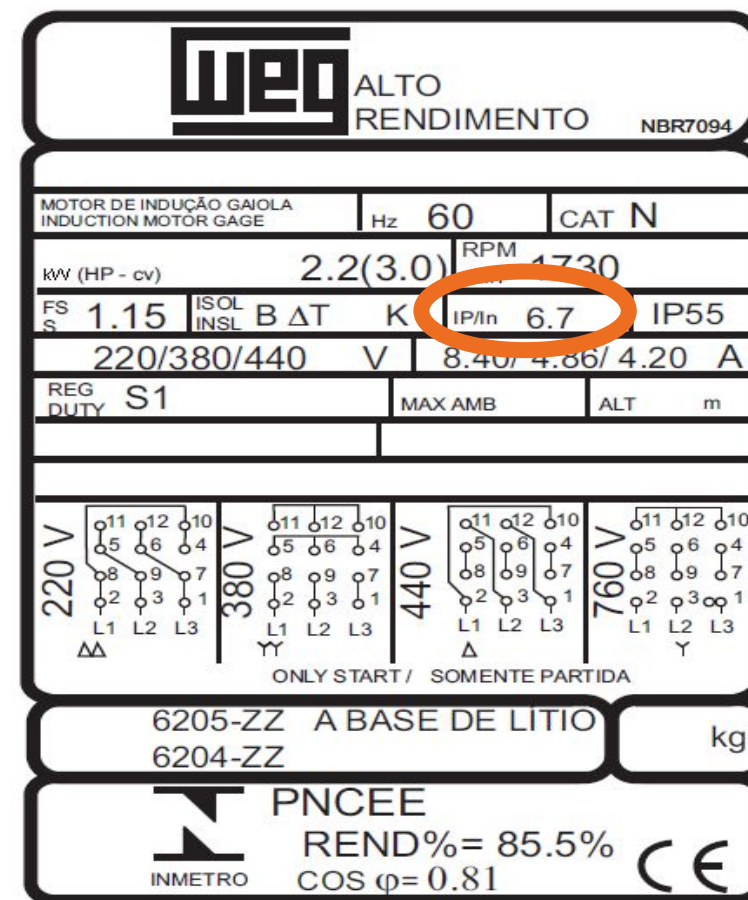
Limite máximo de temperatura que o enrolamento do motor pode trabalhar em regime contínuo sem que haja redução de sua vida útil.

As classes são A 105 °C, E 120 °C, B 130 °C, F 150 °C, H 180 °C.

IP/IN – CORRENTE DE PARTIDA SOBRE CORRENTE NOMINAL

Nos dá a corrente de partida ou corrente de rotor bloqueado, esse valor é quantas vezes a corrente de partida é maior que a corrente nominal.

Exemplo de uma placa de identificação de motor

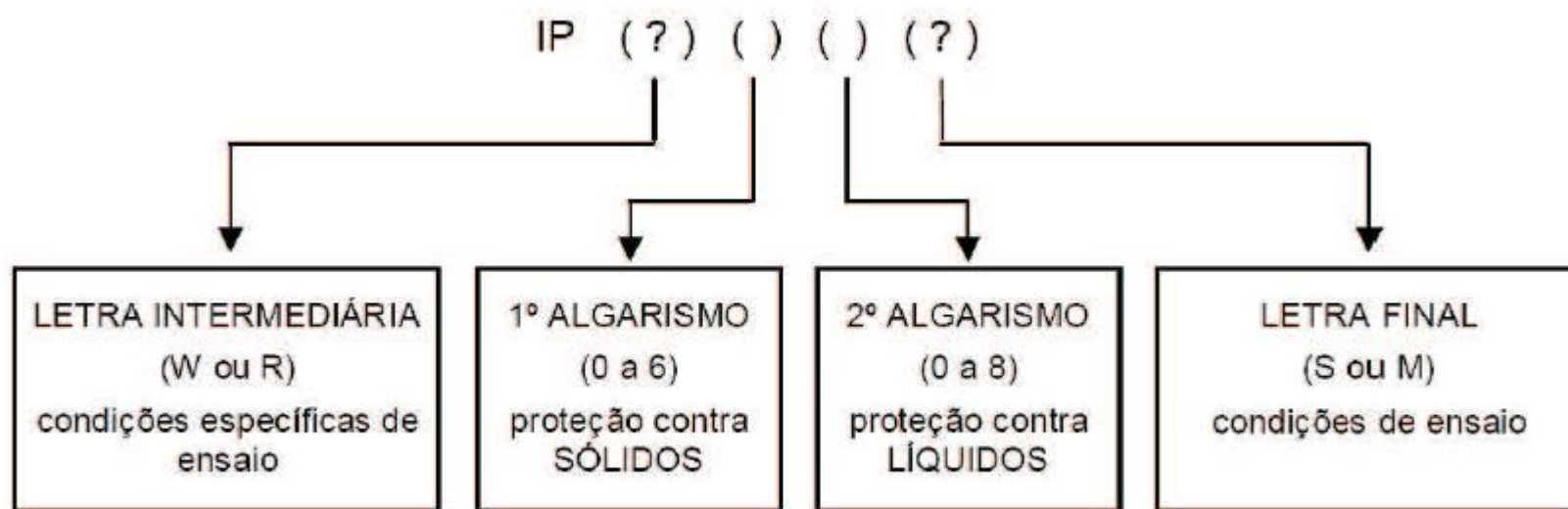


IP – Grau de proteção:

Indica o quanto o motor está protegido contra as agressividades do ambiente.

A norma brasileira **ABNT NBR 6146** com vários graus de proteção conforme abaixo:

Nomenclatura do grau de proteção.



SIGNIFICADO DAS LETRAS

W Máquinas a prova do tempo, Aplicação naval.

S A máquina deve resistir ao ensaio de penetração de água em condições estáticas.

R Ventilação forçada através de dutos.

M Idêntica à S só que em funcionamento.

Algarismos de definição do grau de proteção.

1º Algarismo	2º Algarismo
0 — máquina aberta	0 — máquina aberta
1 — sólidos $\geq 50 \text{ mm}$	1 — pingos verticais
2 — sólidos $\geq 12 \text{ mm}$	2 — pingos de 15°
3 — sólidos $\geq 2,5 \text{ mm}$	3 — pingos de 60°
4 — sólidos $\geq 1,0 \text{ mm}$	4 — pingos/respingos de qualquer direção
5 — proteção contra pó	5 — jatos d'água moderados
6 — blindagem contra pó	6 — jatos d'água potentes
	7 — sujeito à imersão
	8 — sujeito à submersão

TENSÕES NOMINAIS

É o valor nominal da potência ativa do motor em cv, hp e kW.

CORRENTES NOMINAIS

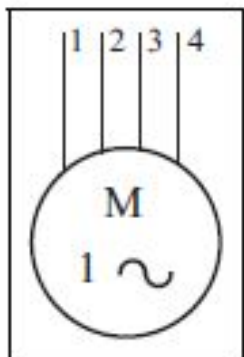
São as correntes nominais em Amperes (A) para cada tensão de alimentação do motor.

REG.S. - REGIME

Grau de regularidade da carga segunda a norma brasileira ABNT NBR 7094.

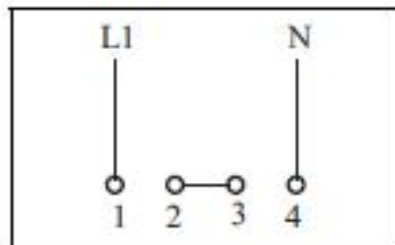
Exemplo de uma placa de identificação de motor

weg ALTO RENDIMENTO NBR7094		
MOTOR DE INDUÇÃO GAIOLA INDUCTION MOTOR GAGE	Hz 60	CAT N
kW (HP - cv)	2.2(3.0)	RPM min 1730
1.15	ISOL	K
220/380/440 V	IP/In 6.7	8.40/86/4.20 A
REG DUTY S1	MAX AMB	ALT m
220 V	380 V	440 V
760 V	ONLY START / SOMENTE PARTIDA	
6205-ZZ	A BASE DE LITIO	kg
6204-ZZ		
INMETRO	PNCEE	REND%= 85.5%
		COS φ = 0.81

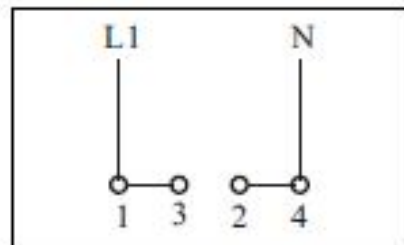


(a)

Motor monofásico de 4 terminais



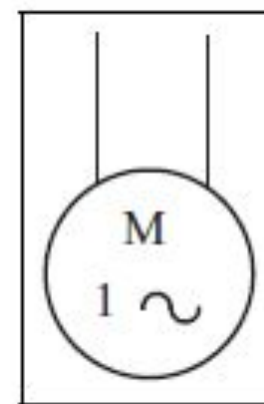
(b) Tensão maior



(c) Tensão menor

Os motores CA monofásicos são largamente utilizados em aplicações domésticas (Ventiladores, compressores, bombas d'água, etc).

De forma geral não é recomendada a utilização de motores monofásicos maiores que 3 cv, pois há risco de desbalanceamento de fases do sistema trifásico.



Motor monofásico de 2 terminais.

Desvantagens do motor **monofásico** em relação ao **trifásico**

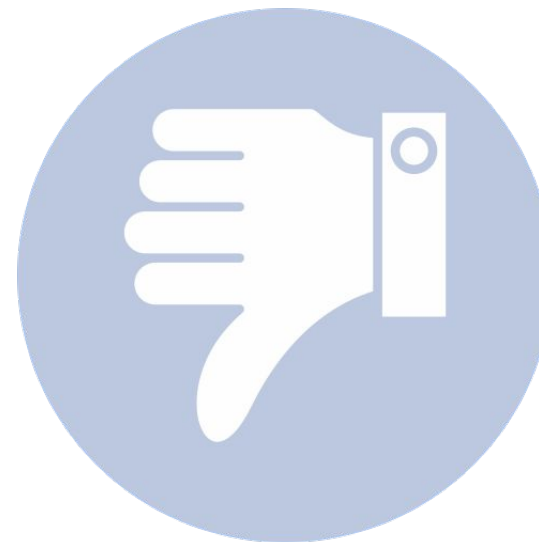
1 - Preço maior que um motor trifásico de mesma potência.

2 - Necessita de maiores cuidados de manutenção. motor trifásico de mesma potência.

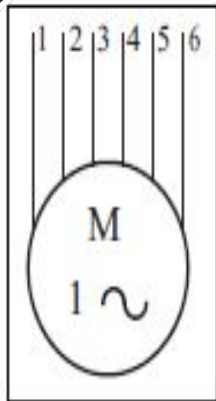
3 - Tamanho aumentado para mesma potência. trifásico de mesma potência.

4 - Rendimento e fator de potência, menores.

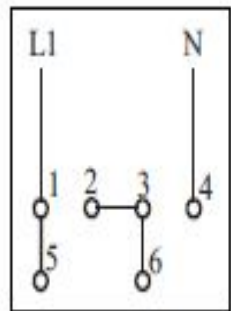
5 - Inversão de velocidade complexo



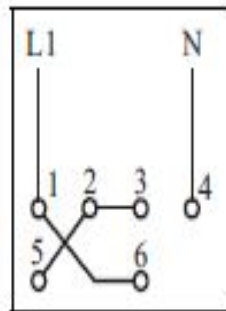
Motor monofásico de 6 terminais



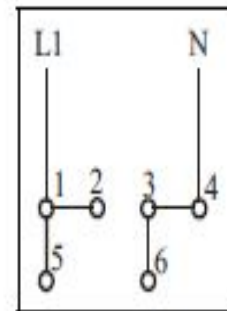
(a)



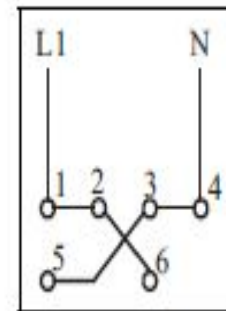
(b) Tensão Maior
Rot. normal



(c) Tensão Maior
Rot. invertida



(d) Tensão Menor
Rot. normal



(e) Tensão Menor
Rot. invertida

MOTORES ASSÍNCRONOS TRIFÁSICOS

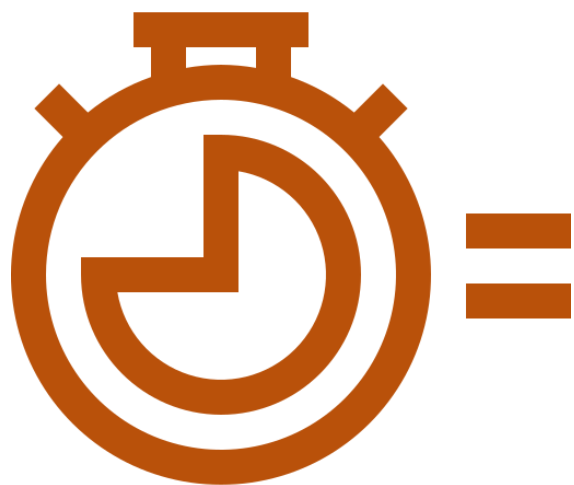
Os **motores assíncronos trifásicos** são os mais largamente utilizados em conjunto com comandos elétricos e eletrônicos, pois são baratos, robustos, seu sentido de rotação pode ser invertido facilmente e sua velocidade pode ser variada facilmente.

Não causam desequilíbrio no sistema e atingem potências muito elevadas. Os motores assíncronos são mais conhecidos como **motores de indução** e há dois tipos de motores, o mais comum é o rotor tipo gaiola de esquilo ou somente motor de gaiola, o segundo é o tipo rotor bobinado.

Não vamos nos atentar para o motor de rotor bobinado, o motor de gaiola Dahlander, nem os motores de gaiola com mais enrolamentos, pois esses tipos de motores foram criados para possibilitar a variação de velocidade em regime, com o advento e a modernização dos Inversores de frequência **eles caíram em desuso**, portanto vamos nos atentar no motor de gaiola com um enrolamento apenas.



NÚMERO DE ROTAÇÕES POR MINUTO



O número de rotações por minuto de motores assíncronos monofásicos e trifásicos dependem de três parâmetros:

- 1:** Frequência da rede.
- 2:** Número de pólos magnéticos do motor.
- 3:** Escorregamento.

A frequência da rede é 60 Hz, com pequena variação (o permitido por norma é de +- 3 Hz). O número de pólos é determinado pelo tipo de enrolamento e o fechamento das bobinas internas.

Para encontrarmos a quantidade de polos, basta usar a seguinte equação

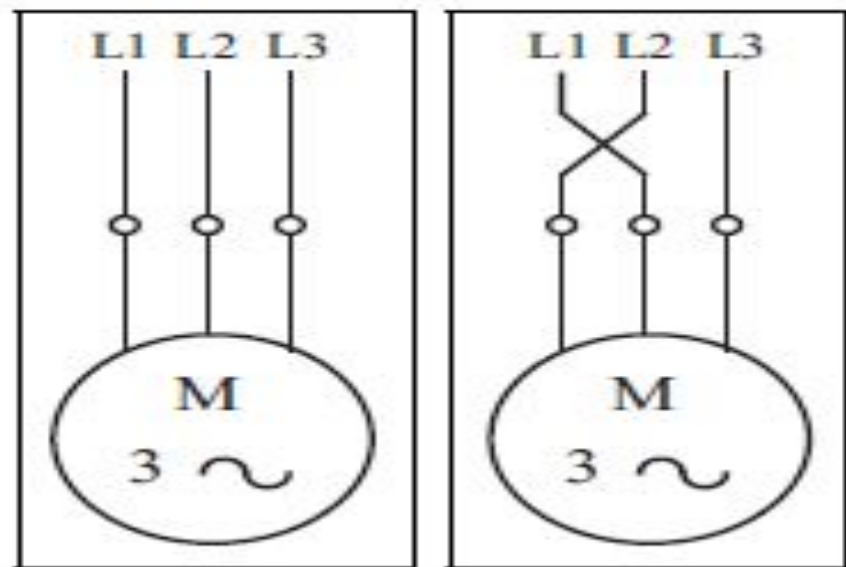
$$P = 120 \cdot f / n$$

O escorregamento está relacionado com o campo magnético girante dentro do motor. Podemos então determinar a rotação do motor utilizando a equação abaixo:

$$n = 120 \cdot f / p$$

n = Número de rotações em rpm.
F = frequência da rede em Hz.
P = número de pólos do motor.

SENTIDO DE ROTAÇÃO



(a) normal

(b) invertido

Inversão do sentido de rotação do motor trifásico.

A inversão do sentido de rotação dos motores trifásicos pode ser facilmente obtida, para tanto basta inverter a sequência das fases de alimentação, conforme é mostrado na figura ao lado.



Nesta aula vimos...

- Como dimensionar os motores elétricos de acordo com cada aplicação.

Na próxima aula

Vamos entender sobre o fechamento do motor de indução trifásico. Siga em frente!