

---

# Instalações Elétricas Prediais e Industriais I – TE344

## Motores elétricos

---

UFPR – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DELT – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

PROF. DR. CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO

---

# Motores elétricos

---

Máquinas Elétricas são máquinas destinadas a transformar a energia elétrica em energia mecânica e vice-versa;

Segundo sua transformação da energia:

- Geradora, Motora ou Transformadora.
- Máquinas Elétricas transformadora
  - Máquinas elétricas estáticas
- Máquinas Elétricas Geradora e Motora
  - Máquinas elétricas Girantes ou Rotativas, pela própria característica de conversão eletromecânica.

# Motores elétricos

---

## Principais tipos de máquinas elétricas

As máquinas elétricas rotativas se dividem basicamente em 4 tipos:

- Máquinas de corrente contínua;
- Máquinas síncronas;
- Máquinas assíncronas ou de indução;
- Máquinas especiais.

# Motores elétricos

---

máquinas c.c. : uso como motor em acionamentos de alto desempenho

Máquinas síncronas: geração de energia elétrica

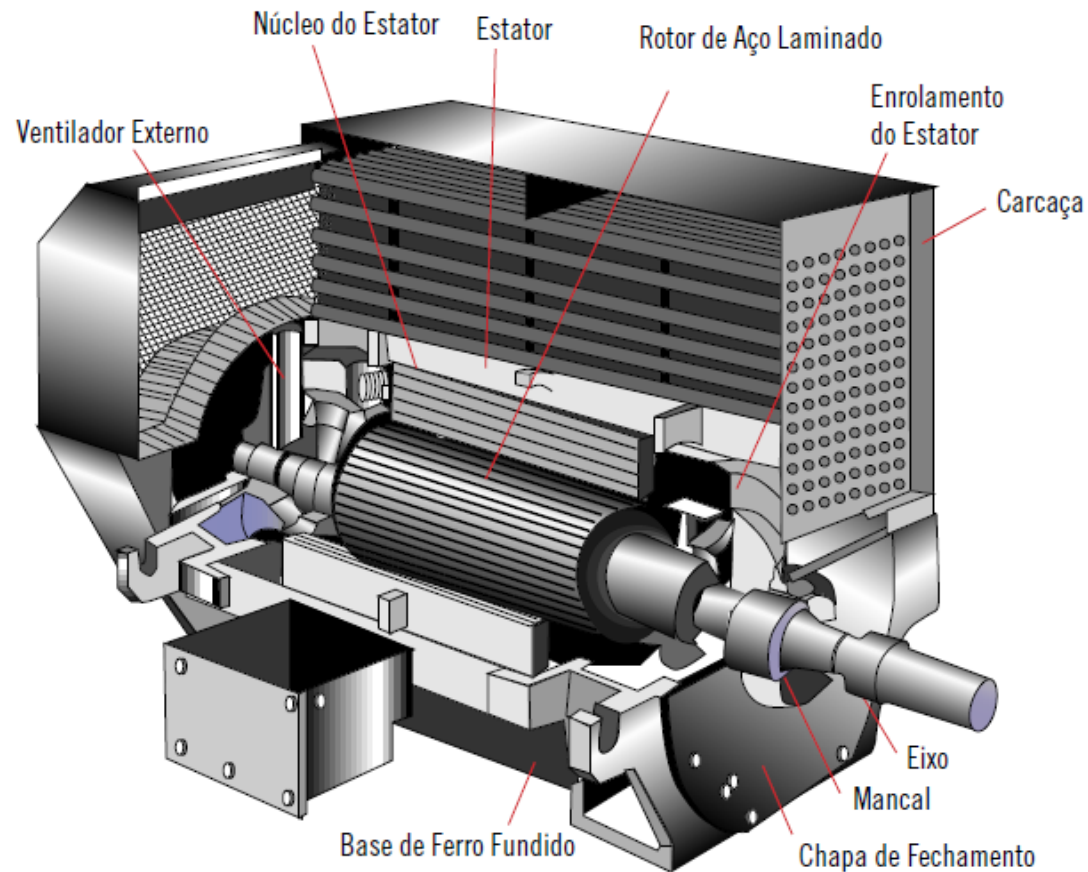
Máquinas assíncronas ou de indução: emprego amplo como motores

Motores de passo: como servo-acionadores

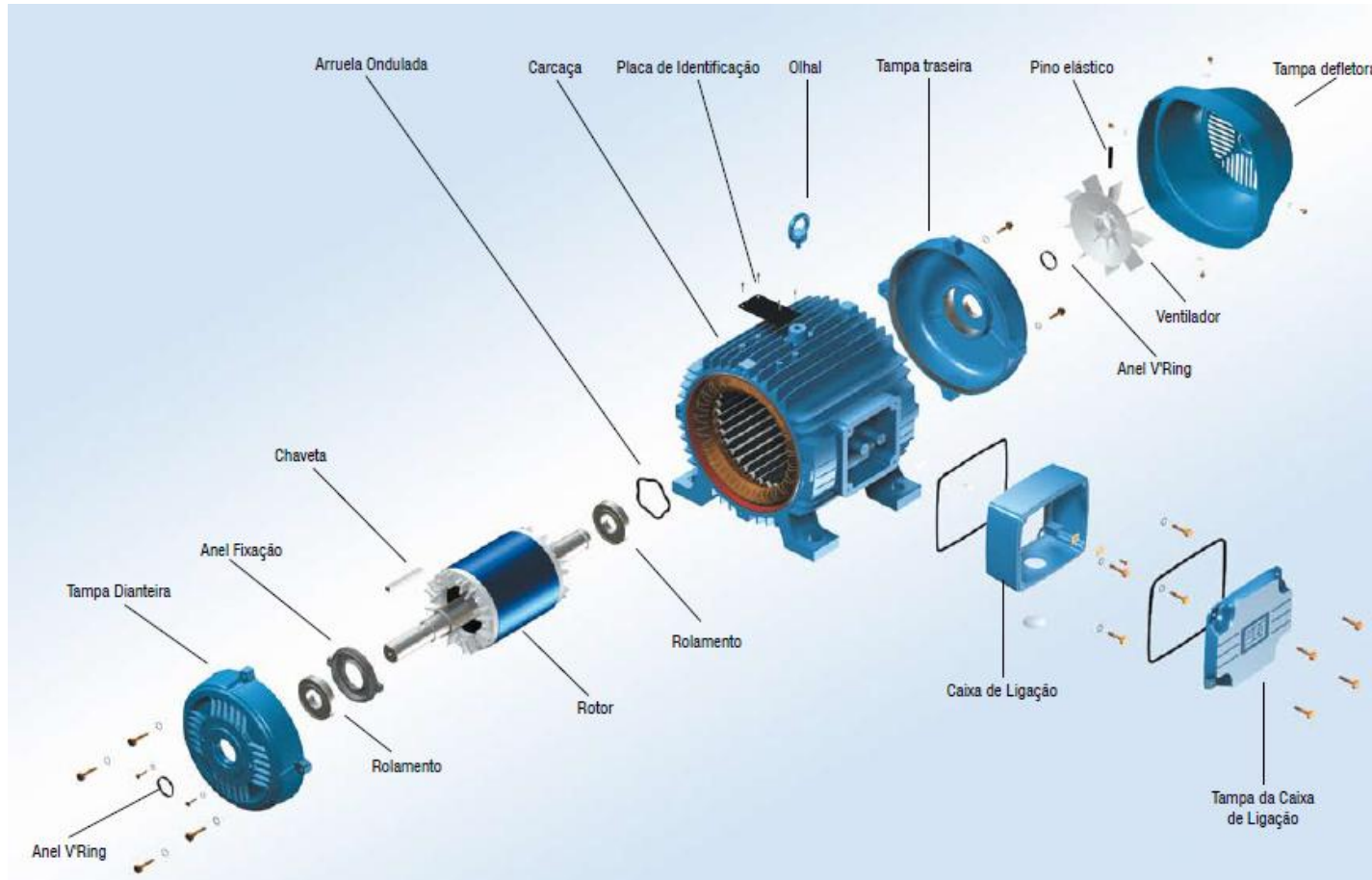
# Motores de indução (assíncronas)



# Componentes do motor elétrico



# Aspectos construtivos



# Características

Distinguem-se por ter excitação única;

Capaz de produzir torque para qualquer velocidade abaixo da síncrona;

Os motores de indução são provavelmente o tipo o mais comum de motor de CA:

- Presente em muitos eletrodomésticos (ventiladores, motores de toca-discos etc.) e aplicações industriais;
- **Raramente são utilizados como gerador;**
- Pode ser utilizado com conversor de frequência.
- Nestes motores, o campo girante tem a velocidade síncrona;

Teoricamente, para o motor girando em vazio e sem perdas, o rotor teria também a velocidade síncrona;

Aplicando o conjugado externo ao motor, o seu rotor diminuirá a velocidade na justa proporção;

Máquinas de indução são robustas construtivamente, apresentando elevado rendimento e custo inicial baixo;

Sua vida útil é projetada para período em torno de 20 anos.

A corrente que circula pelo rotor é uma corrente induzida por um campo variável devido à diferença de velocidade de rotação do rotor e do campo girante. Por isso a nomenclatura máquina de indução



# MIT - Vantagens e desvantagens

## **Vantagens e Desvantagens**

- Vantagens
  - Baixo custo de aquisição
  - Baixo custo de manutenção
  - Torque de partida não nulo
  - Robustez
  - Disponível em potências de  $\frac{1}{4}$  HP a mais de 30.000 HP
- Desvantagens
  - Controle de velocidade difícil
  - Corrente de partida elevada
  - Fator de potência baixo e sempre indutivo



# Aspectos construtivos

---

Há dois tipos de motores de indução, conforme a forma do enrolamento do seu induzido (rotor):

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

# Rotor em curto-circuito (gaiola de esquilo)

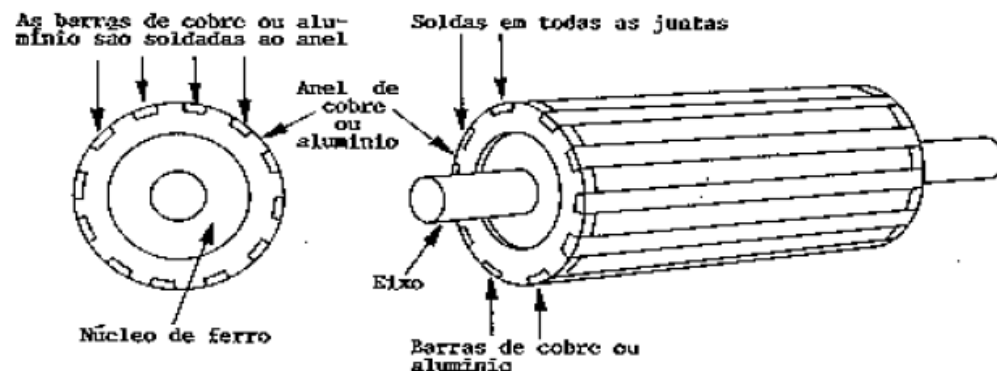
Núcleo de ferro com fendas, onde encontram-se embutidas barras de cobre ou alumínio.

As barras estão soldadas a um anel de alta condutibilidade em cada uma de suas extremidades.

Rotor em curto circuito é próprio para comando de eixo de transmissão, acionando bombas centrífugas, compressores de ar, ventiladores, tornos mecânicos etc;

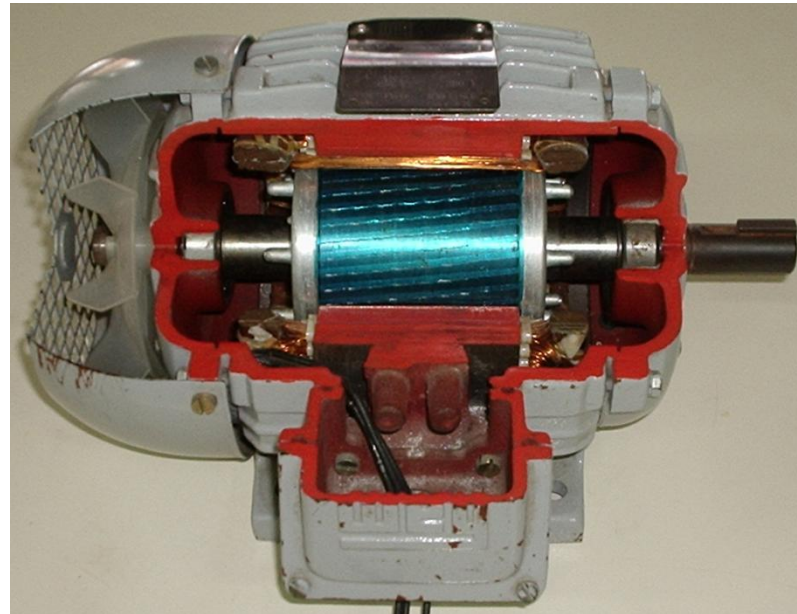
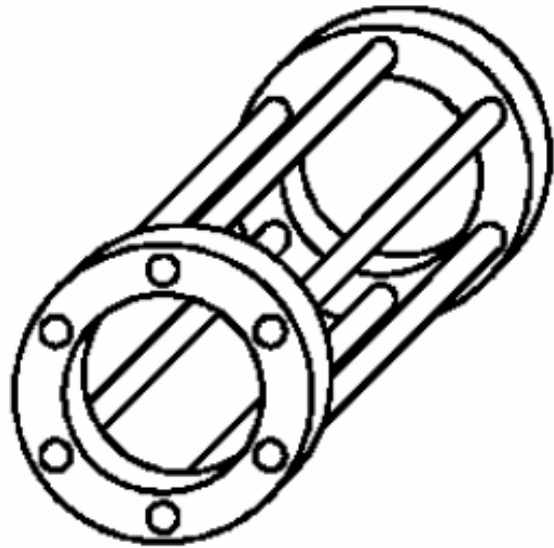
A velocidade do motor é praticamente constante, pois o escorregamento varia pouco com a carga;

O fator de potência aumenta com a utilização do motor até próximo à plena carga nominal.



# Rotor Gaiola de esquilo

---



# Rotor Bobinado

---

O enrolamento do rotor é similar ao enrolamento do estator → condutores de cobre isolados entre si e montados nas ranhuras do rotor;

O conjugado no arranque, deste tipo de motor, é bem melhor que o anterior porque podemos inserir resistores em série com as fases do enrolamento do rotor;

A popularização dos conversores eletrônicos de potência tem reduzido o emprego desta configuração.

Dois tipos:

- Resistores são montados no rotor e eliminados, quando a máquina atinge a sua velocidade normal, através de mecanismos centrífugos;
- Enrolamentos se ligam à anéis coletores sobre os quais apoiam-se as escovas.

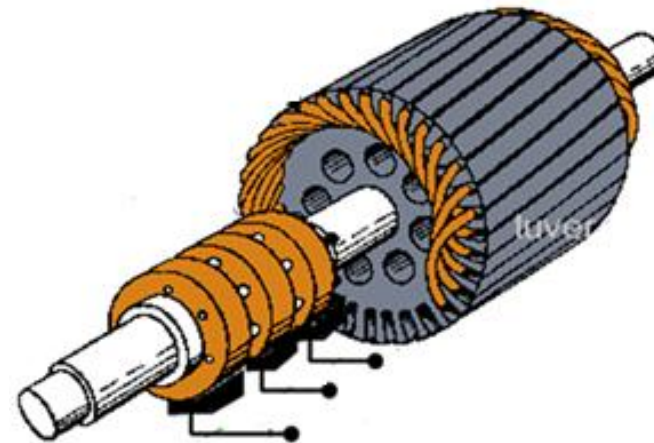
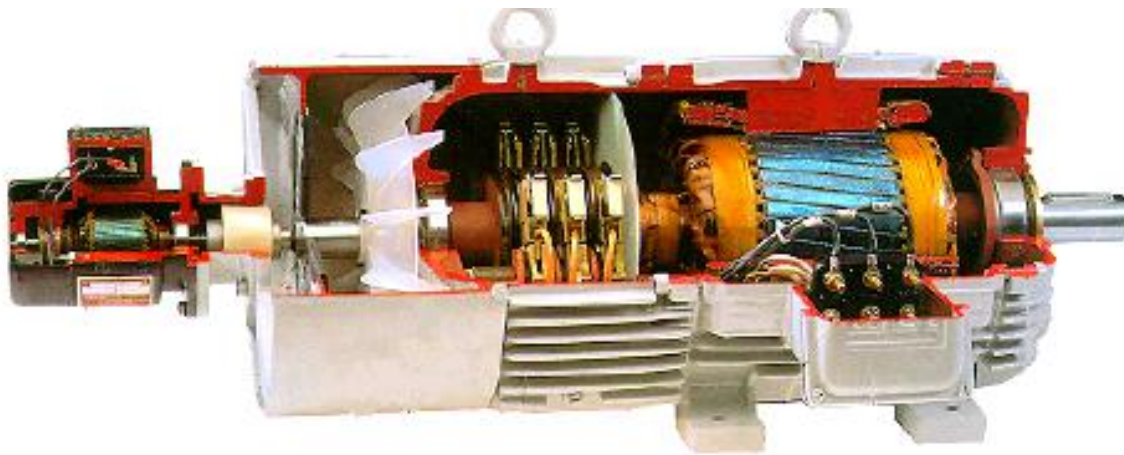
Com a adição de reostatos melhora-se o conjugado do motor e pode-se variar a velocidade do mesmo;

Inconveniente de aumentar a perda por efeito Joule, diminuindo o seu rendimento.



# Rotor bobinado

O motor com rotor bobinado é usado quando se necessita arrancar com carga e ainda quando se precisa variar a velocidade, como no caso das gruas, elevadores, etc.



# Motor de indução

- Velocidade do campo girante

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

- Onde:
- $f$  – frequência em Hz
- $p$  – número de pólos
- $n_r$  - velocidade do rotor, em rpm
- $n_s$  - velocidade síncrona do campo girante, em rpm
- $s$  - escorregamento

Nº de pólos	Rotações Síncrona por minuto (RPM)	
	60 Hertz	50 Hertz
II	3.600	3.000
IV	1.800	1.500
VI	1.200	1.000
VIII	900	750
X	720	600

# Motor de indução

- A diferença entre a velocidade síncrona e a velocidade do rotor é chamada de escorregamento:

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$
$$n_r = (1-s) n_s$$

- A frequência das tensões e correntes induzidas fica definida pela fórmula:

$$f_r = s f_s$$

No instante da partida forma-se no rotor, em virtude do escorregamento 100%, a tensão mais elevada possível e com isto uma corrente muito elevada;

Por este motivo a corrente de partida é 3 a 8 vezes maior que a corrente nominal.

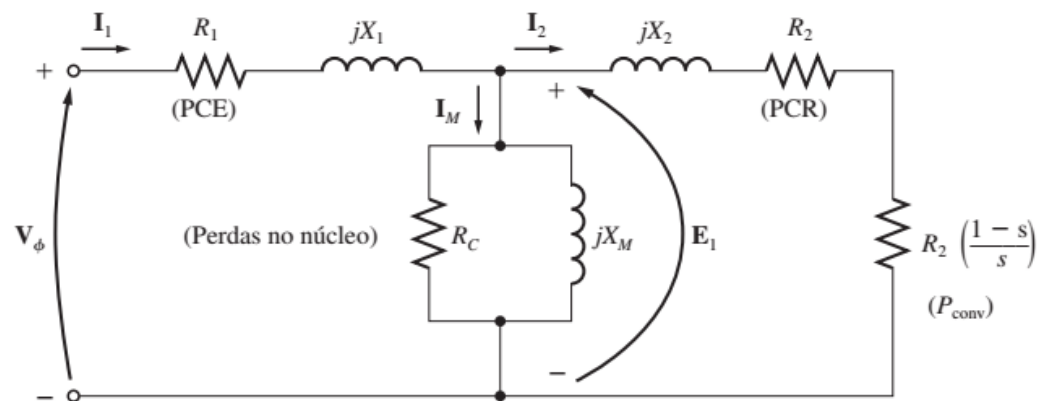
Sob carga, a rotação se reduz e o escorregamento se eleva;

Como consequência da elevação do escorregamento, eleva-se a tensão e a corrente do rotor, com isto, forma-se um campo mais forte e um conjugado mais potente para vencer o conjugado de carga.



# Motor de indução

## Modelo



# Motores

---

## Potência nominal

É a potência que o motor pode fornecer no eixo, em regime contínuo, sem que os limites de temperatura dos enrolamentos sejam excedidos aos valores máximos permitidos por norma, dentro de sua classe de isolamento.

A potência desenvolvida por um motor representa a rapidez com que a energia é aplicada para mover a carga.

É a relação entre a energia gasta para realizar determinado trabalho e o tempo que o mesmo foi executado.

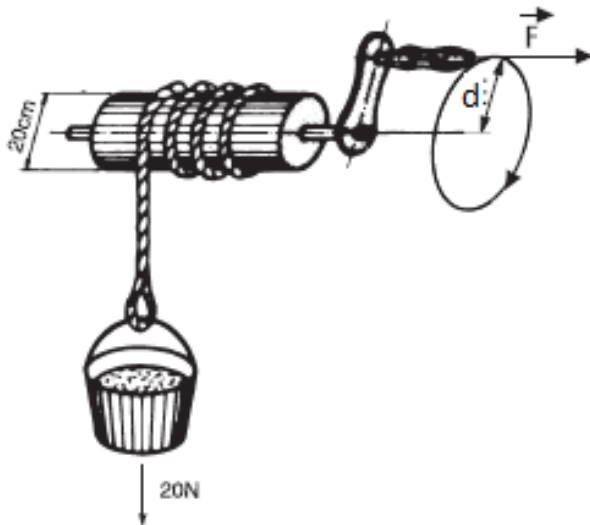
A potência do motor deve ser calculada considerando o tipo de regime de funcionamento

# Conjugado

Mede o esforço necessário que deve ter o motor para girar o seu eixo.

Também é conhecido por Torque ou Momento.

Existe uma estreita relação entre o conjugado mecânico e a potência desenvolvida pelo motor.



## Conjugado Nominal

- É aquele que o motor desenvolve, à potência nominal, quando submetido a tensão e frequência nominal.
- Conjugado de partida
- Também conhecido como conjugado de arranque ou conjugado de rotor bloqueado. É aquele desenvolvido pelo motor sob condições de tensão e frequência nominais durante a partida. Expresso em m.kgf ou em porcentagem da nominal. Aciona a carga desde a posição de inércia até a velocidade de regime.

# Conjugado

## Conjugado máximo

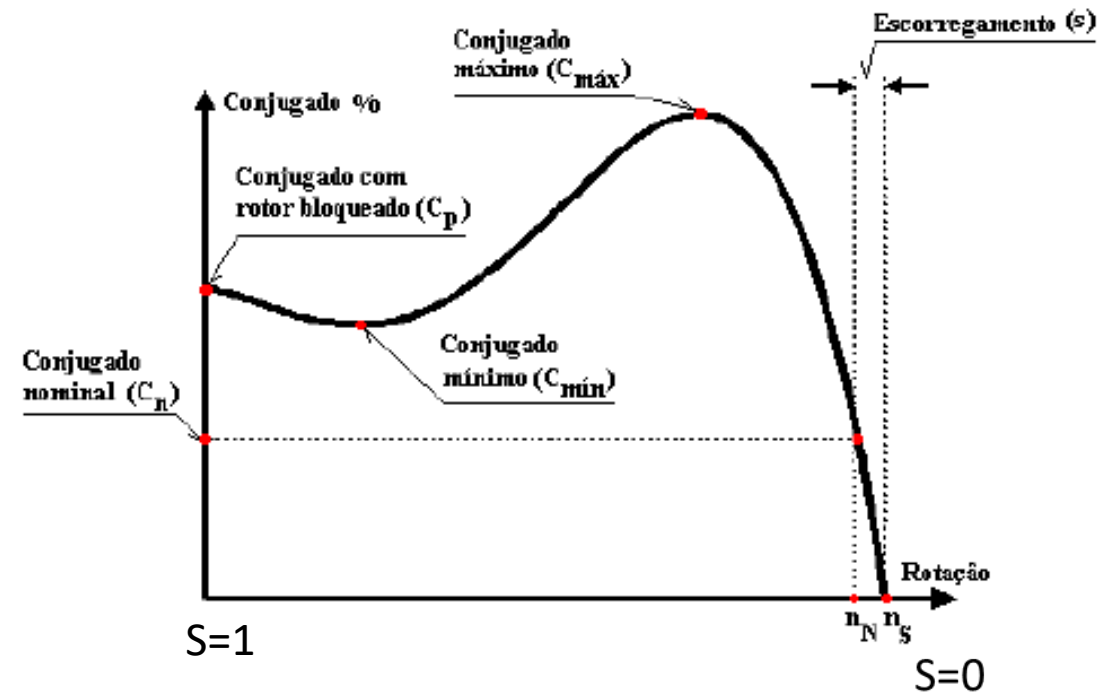
- É o maior conjugado produzido pelo motor, sem ficar sujeito a variações bruscas de velocidade.

## Conjugado mínimo

- É o menor valor do conjugado.

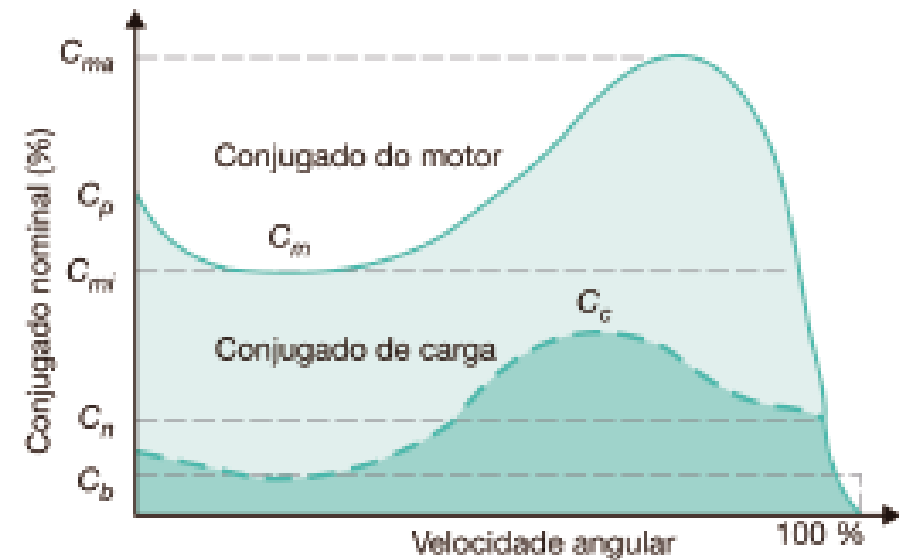
## Conjugado de aceleração

- É o conjugado desenvolvido na partida do moto desde o estado de repouso até a velocidade de regime.



# Aceleração da carga

Enquanto o conjugado do motor for maior que o conjugado resistente da carga, a velocidade vai aumentando até atingir a velocidade de equilíbrio.



# Fatores dos motores

Corrente nominal

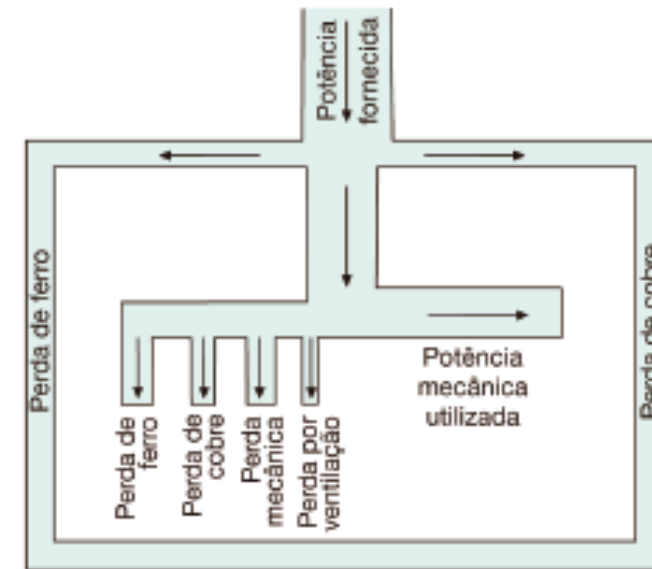
Frequência nominal

- O motor deve trabalhar satisfatoriamente se a frequência variar em  $\pm 5\%$  da nominal.

- **Fator de serviço**

- É o fator pelo qual pode ser multiplicado a potência nominal do motor, sem aquecimento prejudicial, a fim de se obter a carga permissível que o mesmo pode acionar, em regime contínuo, dentro de condições estabelecidas por norma. Por exemplo, um motor de 20 CV (14,91 kW) de fator de serviço 1,25 pode acionar uma máquina de até  $20 \times 1,25 = 25$  CV (25% superior à sua pot. nominal).
- Há queda do fator de potência e do rendimento.
- Deve ser considerado no dimensionamento dos condutores.

Perdas ôhmicas



- Perdas elétricas em um motor

# Elevação de temperatura

## Expectativa de vida útil

Está intimamente ligada ao aquecimento das bobinas dos enrolamentos fora dos limite previstos na fabricação das máquinas.

Por exemplo, uma elevação de 10 graus centígrados na temperatura provoca uma redução da sua vida útil pela metade.

O aquecimento, principal fator da redução da vida útil, provoca o envelhecimento gradual do isolamento do motor, até o limite da tensão ao qual está submetido, quando ficará sujeito a um curto circuito interno.

A vida útil também é afetada pelas condições desfavoráveis da instalação, tal como umidade, vapores corrosivos, vibrações, etc.

## Classes de isolamento

A norma agrupa os materiais isolantes e os sistema de isolamento, o que se denomina classe de isolamento, e estes são limitados pela temperatura que cada material isolante pode suportar em regime continuo sem que sua vida útil seja afetada.

Classe	Limite	Material
A	105°C	Seda, algodão, papel e similares impregnados em líquidos isolantes, por exemplo, esmalte de fios.
E	120°C	Fibras orgânicas sintéticos
B	130°C	Asbesto, mica e materiais a base de poliéster
F	155°C	Fibra de vidro, amianto associado a materiais sintéticos (silicone)
H	180°C	Fibra de vidro, mica, asbesto, associado a silicones de alta estabilidade térmica

Classes A, E, B são as mais usadas; H moderada utilização

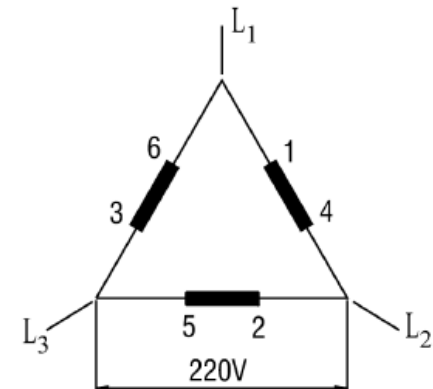
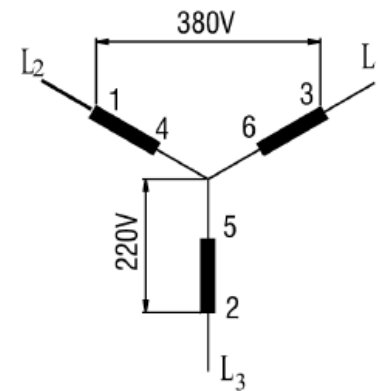
# Tensões nominais múltiplas

Dependendo da maneira como são conectados os terminais das bobinas do enrolamentos estatóricos, o motor pode ser ligado às redes de alimentação com diferentes valores de tensão. A maioria dos motores é feito para operar em circuitos trifásicos supridos por tensões de 220 /380 V ou 220/440V.

Cada enrolamento tem uma extremidade acessível (três terminais) e o motor é ligado na configuração estrela ou na configuração triângulo.

São acessíveis seis terminais, permitindo que se faça a ligação na configuração estrela ou triângulo

Ligação estrela-triângulo

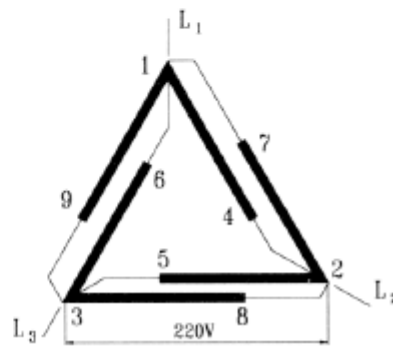
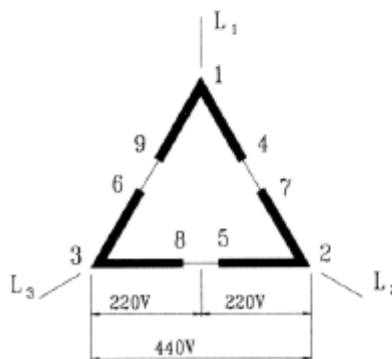
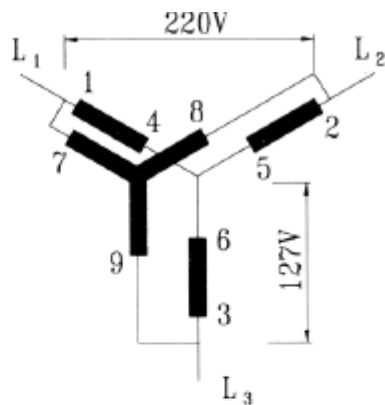
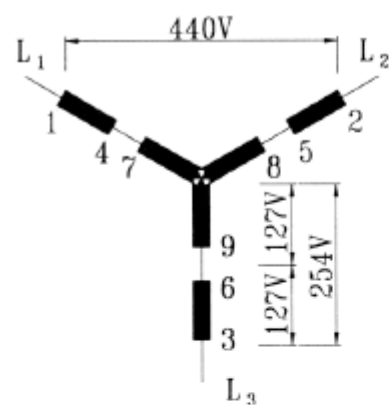


Nem todo motor de dupla ligação pode ser acionado através de chave estrela –triângulo, pois depende da tensão nominal do sistema.



# Ligação em dupla tensão

- Ligação série-paralela



Ligação estrela – série: Cada enrolamento da fase é dividido em duas partes (9 terminais acessíveis). Ao ligar duas dessas partes em série e depois em estrela, cada bobina ficará submetida a tensão nominal de fase do motor.

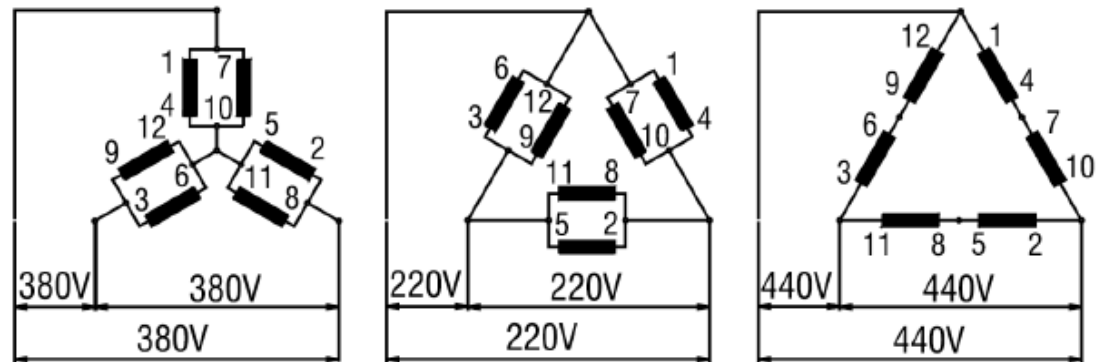
Ligação dupla estrela - paralelo

Ligação triângulo – série

Ligação triângulo – paralelo

# Tensões nominais múltiplas

- Ligação Tripla Tensão Nominal
- Pode-se combinar os dois casos anteriores: o enrolamento de cada fase é dividido em duas metades para ligação série-paralelo e todos os terminais são acessíveis para a ligação das três fases em estrela ou triângulo.
- Deste modo, tem-se 4 possíveis combinações possíveis de tensão nominal:
  - 1) Ligação triângulo paralelo.
  - 2) ligação estrela paralela, sendo igual a  $\sqrt{3}$  vezes a primeira;
  - 3) Ligação triângulo série, valendo o dobro da primeira.
  - 4) Ligação estrela-série, valendo  $\sqrt{3}$  a terceira. Mas como esta tensão seria maior que 600 V, é indicada apenas como referência de ligação estrela-triângulo.



# Características do motor de indução

		ALTO <i>Potência</i> <b>CE</b>		RENDIMENTO		NBR7094	
~ 3		132M					
MOTOR INDUÇÃO - CAIXOLA		INDUCTION MOTOR-SQUIRREL CAGE		Hz	60	CAT	N
kW(HP-cv)		11(15)		RPM	3510		
FS	1.15	ISOL	B $\Delta$	K	Ip/In	8.0	IPW55
SF		INSUL					
220/380/440		V		35.4/20.5/17.7		A	
REC DUTY S 1				MAX AMB		ALT m	
REND.%= 90.5		COS $\phi$ = 0.90		SFA			
							
220 V		380 V		440 V		440 V	
Y		Y		$\Delta$		Y	
		Y - ONLY START		/		SONENTE PARTIDA	
		6308-ZZ		A BASE DE LITIO		74.0 Kg	
		6207-ZZ					
REGULAMENTO - RESP/004-MOT				NBR7094			
DESEMPENHO APROVADO PELO INMETRO/PBE							

A placa de identificação contém as informações que determinam as características nominais e de desempenho dos motores, conforme Norma NBR 7094 ( Cancelada em 15/09/2008)

Obs.: Substituída por [ABNT NBR 17094-1:2013](#) - Máquinas elétricas girantes - Motores de indução

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

# Características do motor de indução

132M : o número “132” 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, Medium = Médio e L de Large = Grande.

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 (1)

FS 1.15 : 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.

ISOL.B : A classe de isolamento é a especificação do isolamento térmico. Ou seja, ele especifica qual é a máxima temperatura que o bobinado do motor pode suportar continuamente sem que seja afetada sua vida útil. Existem três classes de isolamento (2)

$I_p/I_N = 8.0$  : é a relação entre a corrente de partida ( $I_p$ ) e a corrente nominal ( $I_N$ ). Em outras palavras, podemos dizer que a corrente de partida equivale a 8 vezes a corrente nominal, para a partida direta.

# Características do motor de indução

IPW55 : 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 Elétricos da Weg Motores. (3)

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, 380V e 440V . 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.(4)

Max. amb.: é o valor máximo de temperatura ambiente para o qual o motor foi projetado.

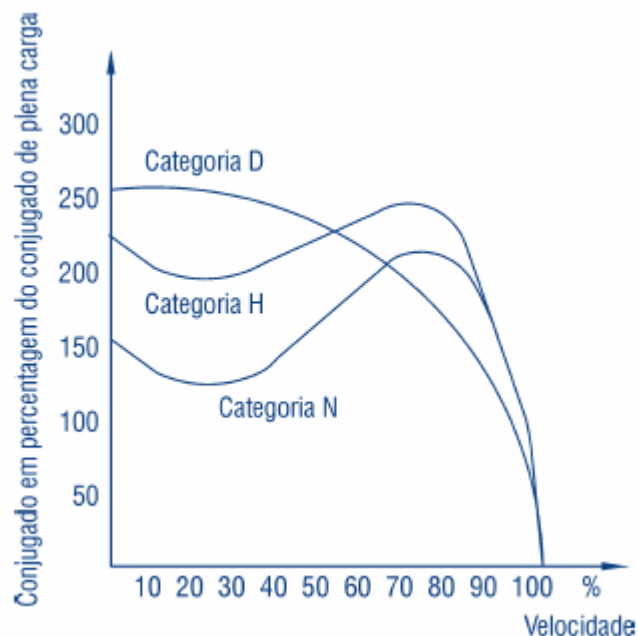
ALT. : indica o valor máximo de altitude para o qual o motor foi projetado.

REND = 90.5% : indica o valor de rendimento. Seu valor é influenciado pela parcela de energia elétrica transformada em energia mecânica. O rendimento varia com a carga a que o motor está submetido.

FP ( $\cos \varphi = 0.90$ ): indica o valor de fator de potência do motor.

# Principais categorias de partida de MIT

Percentual do conjugado em plena carga



Percentual da velocidade síncrona

Categoria D - curva 3:

- Torque de partida alto;
- Grande escorregamento;
- Alta corrente de partida;
- Aplicações: utilizado em operações onde o número de partidas por hora é muito pequeno, por exemplo, bombas, ventiladores etc.

## Curva típica conjugado x velocidade

Conhecer bem a carga para escolher o motor adequado

# Principais categorias de partida de MIT

---

## Categoria H – curva 2:

- Torque de partida alto;
- Pequeno escorregamento;
- Aplicações: elevadores, máquinas de lavar roupa.

## Categoria N – curva 1:

- Torque de partida nominal;
- Pequeno escorregamento;
- Aplicações: os motores dessa categoria são indicados para operarem cargas que partem em vazio ou com pequeno conjugado resistente, por exemplo, serras, furadeiras de bancada e tornos mecânicos.
- É o mais comum. Abrange os motores de aplicação geral que acionam as maiorias das cargas de utilização prática.

# Controle de velocidade

---

Por sistemas mecânicos (polias e engrenagens)

Pela variação da resistência nos rotores dos motores de indução com rotor bobinado.

Pela introdução de SCR (Silicon Controlled Rectifier) nos sistemas industriais.

Pelo variador eletromagnético

Pela variação do número de pólos

Pela variação de frequência.



# Limitação da corrente de partida de motores trifásicos

Sempre que possível, a partida de um motor trifásico de gaiola deverá ser direta, por meio de contatores. Deve-se considerar que para um determinado motor, as curvas de conjugado e corrente são fixas, independente da dificuldade de partida, para uma tensão constante.

Nos casos em que a corrente de partida é elevada, pode ocorrer:

Elevada queda de tensão nos sistema de alimentação da rede, provocando interferência em outros equipamentos.

O sistema de proteção (cabos, contatores) deverá ser superdimensionado.

As concessionárias de energia limitam a queda de tensão na rede.

Caso a partida direta não seja possível, devido aos problemas citados acima, pode-se usar sistemas de partida indireta para reduzir a corrente de partida:

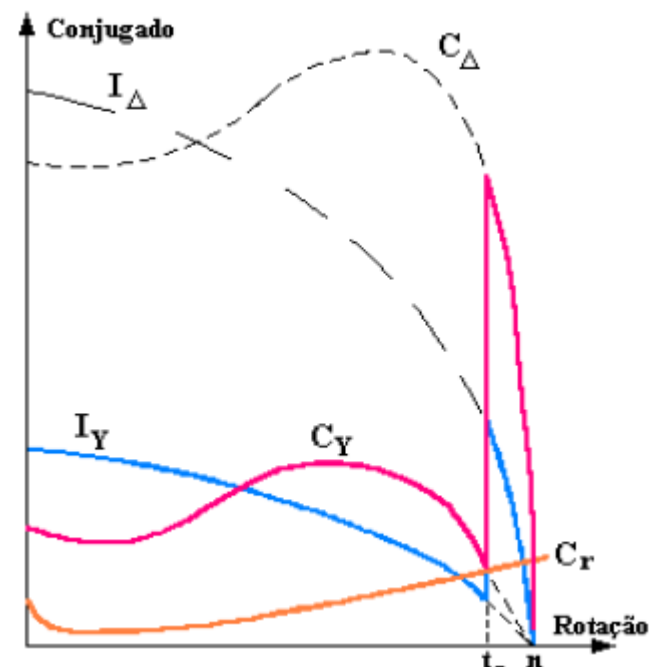
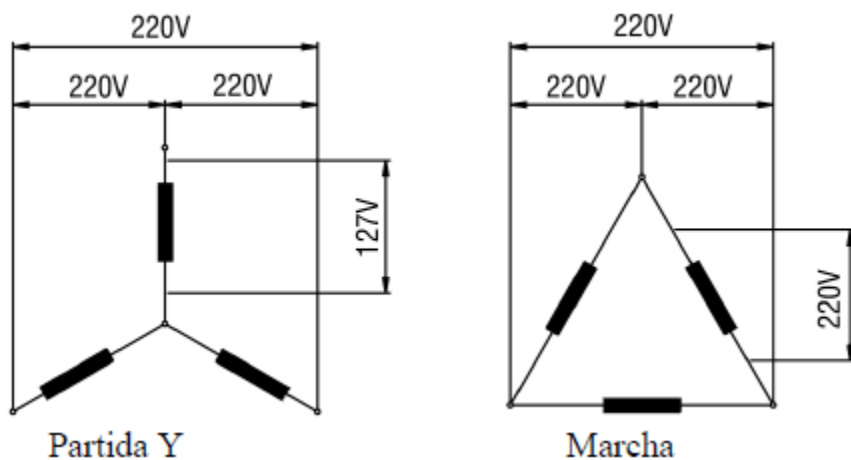
Os sistemas de partida indireta são:

- Chave estrela-triângulo;
- Chave compensadora;
- Chave série-paralela;
- Reostato;
- Partidas eletrônicas
  - Soft-starter
  - Inversor de frequência.

# Partida com chave estrela triângulo

Parte na configuração Y, com menor corrente e menor conjugado e comuta para configuração  $\Delta$ , com maior conjugado.

O motor deve ter possibilidade de ligação de dupla tensão (6 terminais acessíveis), por ex. 220/380 V.



$I_\Delta$  = corrente em triângulo;  
 $I_Y$  = corrente em estrela;  
 $C_Y$  = conjugado em estrela;  
 $C_\Delta$  = conjugado em triângulo;  
 $C_r$  = conjugado resistente;  
 $t_c$  = tempo de comutação.



# Partida com chave estrela triângulo

Durante a partida em estrela, o conjugado e a corrente ficam reduzidos a 1/3 de seus valores nominais.

$$I_{pYD} = 1/3 I_{pdireta}$$

Devido ao baixo conjugado de partida, são mais adequadas quando a partida é a vazio.

## Vantagens

Custo reduzido

Elevado número de manobras

Corrente de partida reduzida a 1/3 da nominal

Baixas quedas de tensão durante a partida

Dimensões relativamente reduzidas

## Desvantagens

Aplicação específica a motores com dupla tensão nominal e com seis terminais acessíveis.

Conjugado de partida reduzida a 1/3 da nominal

Tensão da rede deve coincidir com a tensão em triângulo do motor

O motor deve alcançar, pelo menos, 90% de sua velocidade em regime para que, durante a comutação, a corrente de pico não atinja valores elevados, próximos da corrente de partida direta.

# Partida com chave compensadora

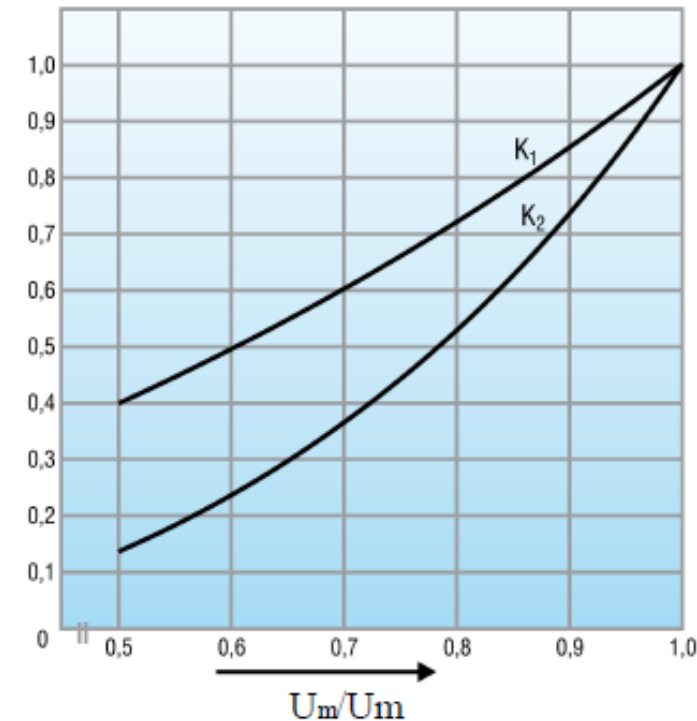
Pode ser usada para partida de motores sob carga. Ela reduz a corrente de partida, evitando uma sobrecarga no circuito, porém deixando o motor com conjugado suficiente para a partida e aceleração. A tensão na chave compensadora é reduzida através de autotransformador que possui normalmente taps de 50, 60 e 85% da tensão nominal.

Para os motores partirem com uma tensão menor que a nominal, a corrente e o conjugado de partida devem ser multiplicados pelos fatores  $K_1$  (fator de multiplicação da corrente) e  $K_2$  (fator de multiplicação do conjugado).

Exemplo: Para 85% da tensão nominal:

$$\left(\frac{I_p}{I_n}\right)_{85\%} = K_1 \times \left(\frac{I_p}{I_n}\right)_{100\%} = 0,8 \times \left(\frac{I_p}{I_n}\right)_{100\%}$$

$$\left(\frac{C_p}{C_n}\right)_{85\%} = K_2 \times \left(\frac{C_p}{C_n}\right)_{100\%} = 0,66 \times \left(\frac{C_p}{C_n}\right)_{100\%}$$



# Partida com chave série-paralela

---

Para a partida série-paralela é necessário que o motor seja religável para duas tensões, a menor delas igual a da rede e a outra duas vezes maior.

Este tipo de ligação exige nove terminais no motor e a tensão nominal mais comum é 220/440 V, ou seja, durante a partida o motor é ligado na configuração série até atingir sua rotação nominal e então, faz-se a comutação para a configuração paralelo.

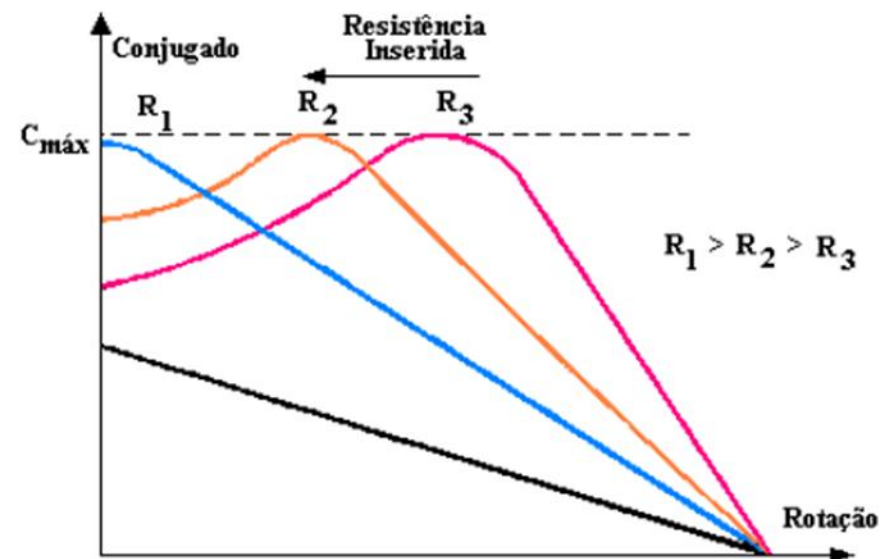
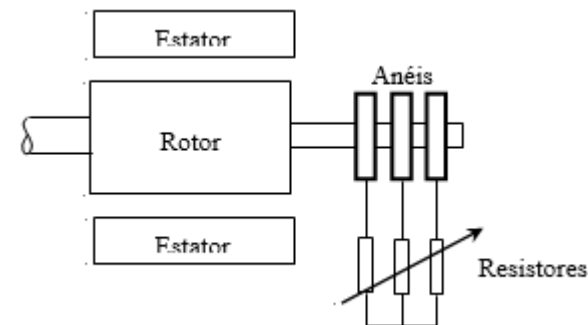
Depois que o motor atinge rotação nominal, faz-se a troca das ligações para paralelo, recebendo, assim, cada bobina a tensão total. A corrente de partida fica reduzida em quatro vezes, e o mesmo acontece com o conjugado e a potência. Assim, é extremamente recomendado fazer a partida a vazio e somente em máquinas com baixo conjugado resistente de partida.

# Partida com reostato

Em um motor de indução de rotor em gaiola, não há maneira de introduzir variação na resistência do rotor, uma vez que ele tenha sido fundido ou fabricado. Num motor de indução de rotor bobinado, há uma maneira simples de introduzir resistências externas ao circuito do rotor, através dos anéis coletores.

Desta maneira, para uma dada velocidade, é possível fazer o motor fornecer qualquer valor de conjugado, até o limite do conjugado máximo. Assim é possível fazer com que o motor tenha altos conjugados na partida com correntes relativamente baixas (até a corrente do conjugado máximo), bem como fazê-lo funcionar numa dada velocidade com o valor de conjugado desejado.

Em cada uma das curvas da família de curvas, o motor comporta-se de maneira que a medida que a carga aumenta, a rotação cai gradativamente. A velocidade síncrona, o conjugado motor torna-se igual a zero.



# Partida com soft-starter

O avanço da eletrônica permitiu a criação da chave de partida a estado sólido. Consiste em uma chave compensadora que pode ser usada para a partida de motores sob carga.

Ela reduz a corrente de partida, evitando uma sobrecarga no circuito, mas deixando o motor com um conjugado "suficiente" para a partida e aceleração. A tensão na chave compensadora é reduzida através de um auto-transformador que possui normalmente taps de 50, 65 e 80% da tensão nominal, de um conjunto de pares de tiristores, um em cada borne de potência do motor.

O ângulo de disparo de cada par de tiristores é controlado eletronicamente para uma tensão variável aos terminais do motor durante a "aceleração". Este comportamento é, muitas vezes, chamado de "partida suave" (soft-starter).

No final do período de partida, ajustável conforme a aplicação, a tensão atinge seu valor pleno após uma aceleração suave ou uma rampa ascendente, ao invés de ser submetido a incrementos ou "saltos" repentinos, como ocorre com os métodos de partida por auto-transformador, ligação estrela-triângulo, etc. Com isso, consegue-se manter a corrente de partida (na linha) próxima da nominal e com suave variação, como desejado.

# Partida com soft-starter

Além da vantagem do controle da tensão (e por consequência da corrente) durante a partida, a chave eletrônica apresenta, também, a vantagem de não possuir partes móveis ou que gerem arco elétrico, como nas chaves mecânicas. Este é um dos pontos fortes das chaves eletrônicas, pois sua vida útil é bem mais longa (permite até centenas de milhões de manobras).

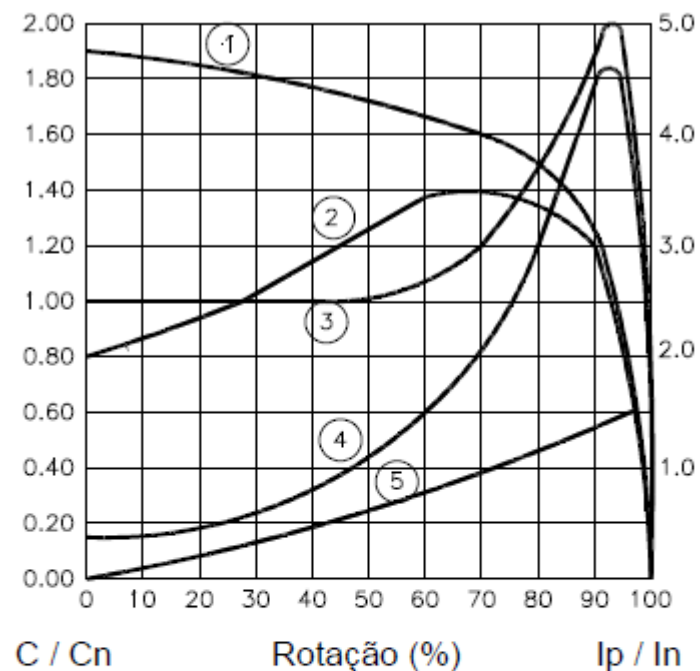


Figura 11.3 - Partida Direta e com Soft-Starter por rampa de tensão.

Onde:

1. Corrente de partida direta;
2. Corrente de partida com soft-starter;
3. Conjugado com partida direta;
4. Conjugado com soft-starter;
5. Conjugado da carga.



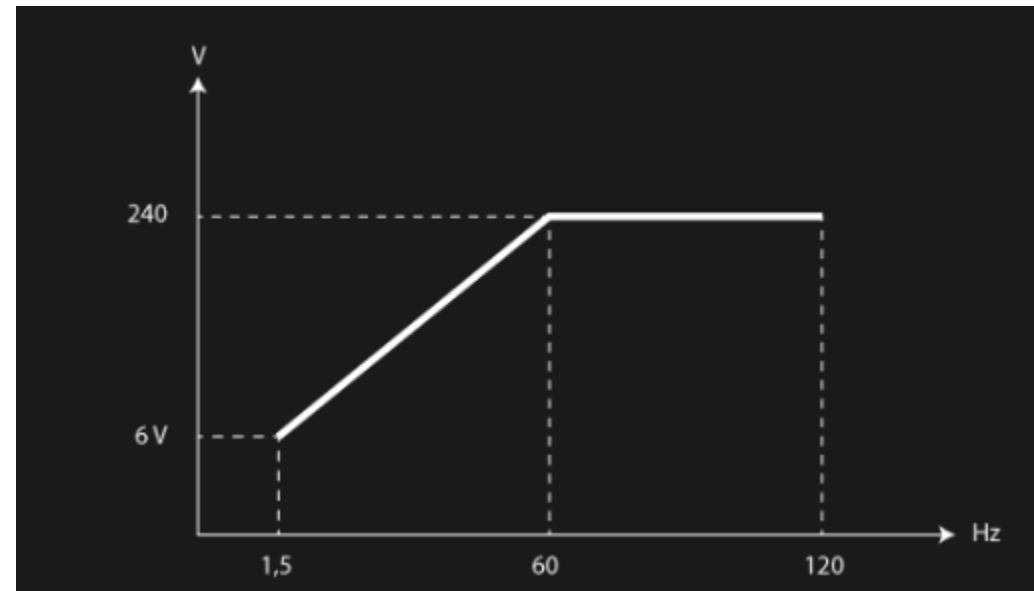
# Partida com inversor de frequência

No **inversor de frequência**, na entrada temos a frequência constante com tensão alternada, e na saída a frequência pode ser variável, através do uso de elementos eletrônicos.

Este equipamento permite o controle não somente a partida de motor, mas da variação da velocidade do motor tal que o torque permaneça constante (curva V/f).



O **inversor de frequência** controla não só a partida, mas também a frenagem, frequência máxima e mínima, monitora a corrente elétrica, além de proteger o motor através da determinação da corrente nominal.



# Partida com inversor de frequência

