



O motor elétrico tornou-se um dos mais notórios inventos do homem ao longo de seu desenvolvimento tecnológico.

Máquina de construção simples, custo reduzido, versátil e não poluente, seus princípios de funcionamento, construção e seleção necessitam ser conhecidos para que ele desempenhe seu papel relevante no mundo de hoje. Através de uma linguagem simples e objetiva, este manual visa facilitar o trabalho de quem especifica, compra e vende motores elétricos.

Este material abrange todos os motores de baixa tensão – assíncronos de indução, monofásicos e trifásicos, com rotor de gaiola – produzidos pela WEG, a maior fabricante de motores elétricos da América Latina e uma das maiores do mundo.

Introdução

Índice

Linhas de produtos

Motor Trifásico IP55	A-3
Motor Trifásico Alto Rendimento Plus	A-3
Motor Trifásico Inverter Duty TEBC	A-4
Motor Trifásico à Prova de Explosão	A-4
Motor Trifásico Não Acendível	A-5
Motor Trifásico para Bomba de Combustível	A-5
Motor Trifásico para Bomba Monobloco	A-6
Motor Trifásico tipo Motofreio	A-6
Motor Trifásico tipo Motosserra	A-7
Motor Trifásico NEMA 56	A-7
Motor Trifásico Dahlander	A-8
Motor Trifásico Jet Pump	A-8
Motores para Redutores - Tipo 1	A-9
Motofreio para Redutores - Tipo 1	A-9
Motores para Lavadoras Automáticas e Semi-automáticas	A-10
Motores Monofásicos com Capacitor Permanente	A-10
Motor Monofásico Jet Pump com flange incorporada	A-11
Motor Monofásico IP55 – Uso Rural	A-11
Mini-motor para Movimentação de Ar	A-12
Motor para Condicionadores de Ar	A-12
Motores Monofásicos NEMA 48 e 56	A-13
Motor Monofásico Jet Pump Split-phase	A-13
Motor Monofásico Jet Pump Capacitor de Partida	A-14
Demais linhas de motores	A-14

Características elétricas

Motor Trifásico IP55	B-3 e B-4
Motor Trifásico Alto Rendimento Plus	B-5 e B-6
Motor Trifásico Dahlander IP55 (duas velocidades)	B-7 e B-8
Motor Trifásico Inverter Duty TEBC	B-9 e B-10
Motor Trifásico à Prova de Explosão	B-11 e B-12
Motor Trifásico Não Acendível	B-13 e B-14
Motor Trifásico para Bomba de Combustível	B-15
Motor Trifásico tipo Motosserra	B-15
Motor Trifásico para Bomba Monobloco	B-16
Motor Trifásico tipo Motofreio	B-17
Motor Trifásico para Redutores e Motofreio para Redutores (tipo 1) ..	B-18
Motor Trifásico NEMA 56	B-19
Motores Monofásicos NEMA 48 e 56	B-19
Motor Trifásico Jet Pump	B-20
Motor Monofásico Jet Pump Capacitor de Partida	B-20
Motor Monofásico com Capacitor Permanente	B-21
Motor Monofásico Jet Pump Split-phase	B-21
Motor Monofásico IP55 – Uso Rural	B-22
Motor Monofásico Jet Pump com flange incorporada	B-22
Mini-motores para Movimentação de Ar	B-23

Características mecânicas

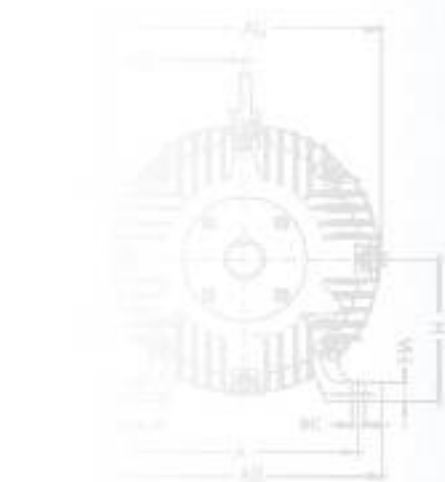
Motor Trifásico IP55	C-3
Motor Trifásico Alto Rendimento Plus	C-3
Motor Trifásico Não Acendível	C-3
Motor Trifásico Dahlander IP55 (duas velocidades)	C-3
Motor Trifásico Inverter Duty TEBC	C-4
Motor Trifásico à Prova de Explosão	C-5
Motor Trifásico para Bomba de Combustível	C-6
Motor Trifásico tipo Motosserra	C-6
Motor Trifásico para Bomba Monobloco	C-7
Motor Trifásico tipo Motofreio	C-8

Motor Trifásico para Redutores	C-9
Motor Trifásico para Redutores - com freio	C-10
Motor Trifásico NEMA 56	C-11
Motores Monofásicos NEMA 48 e 56	C-11
Motor Trifásico Jet Pump	C-12
Motor Monofásico Jet Pump Capacitor de Partida	C-12
Motor Monofásico Jet Pump Split-phase	C-13
Motor Monofásico com Capacitor Permanente	C-14
Motor Monofásico IP55 – Uso Rural	C-14
Motor Monofásico Jet Pump com flange incorporada - quadrada	C-15
Motor Monofásico Jet Pump com flange incorporada - redonda	C-16
Mini-motores para Movimentação de ar	C-17
Motores para Condicionadores de Ar	C-18
Dimensões das flanges	C-19
Formas construtivas normalizadas	C-19

Especificação

1. Noções fundamentais	D-3
1.1. Motores elétricos	D-3
1.2. Conceitos básicos	D-4
1.2.1. Conjugado	D-4
1.2.2. Energia e potência mecânica	D-4
1.2.3. Energia e potência elétrica	D-4
1.2.4. Potências aparente, ativa e reativa	D-5
1.2.5. Fator de potência	D-5
1.2.6. Rendimento	D-7
1.2.7. Relação entre conjugado e potência	D-7
1.3. Sistemas de corrente alternada monofásica	D-7
1.3.1. Generalidades	D-7
1.3.2. Ligações em série e paralelo	D-7
1.4. Sistemas de corrente alternada trifásica	D-7
1.4.1. Ligação triângulo	D-8
1.4.2. Ligação estrela	D-8
1.5. Motor de indução trifásico	D-9
1.5.1. Princípio de funcionamento – campo girante	D-9
1.5.2. Velocidade síncrona (n_s)	D-10
1.5.3. Escorregamento (s)	D-10
1.5.4. Velocidade nominal	D-10
2. Características da rede de alimentação	D-11
2.1. O sistema	D-11
2.1.1. Trifásico	D-11
2.1.2. Monofásico	D-11
2.2. Tensão nominal	D-11
2.2.1. Tensão nominal múltipla	D-11
2.3. Frequência nominal (Hz)	D-12
2.3.1. Ligação em frequências diferentes	D-12
2.4. Tolerância de variação de tensão e frequência	D-12
2.5. Limitação da corrente de partida em motores trifásicos	D-13
2.5.1. Partida com chave estrela-triângulo (Y- Δ)	D-13
2.5.2. Partida com chave compensadora	D-14
2.5.3. Comparação entre chaves estrela-triângulo e compensadoras “automáticas”	D-15
2.5.4. Partida com chave série-paralelo	D-15
2.5.5. Partida eletrônica (soft-starter)	D-15
2.6. Sentido de rotação de motores de indução trifásicos	D-15
3. Características de aceleração	D-16
3.1. Conjugados	D-16
3.1.1. Curva conjugado x velocidade	D-16
3.1.2. Categorias – valores mínimos normalizados	D-16
3.1.3. Características dos motores WEG	D-18
3.2. Inércia da carga	D-18
3.3. Tempo de aceleração	D-18
3.4. Regime de partida	D-19
3.5. Corrente de rotor bloqueado	D-19
3.5.1. Valores máximos normalizados	D-19

4. Regulagem da velocidade de motores assíncronos de indução	D-20	9. Seleção e aplicação dos motores elétricos trifásicos	D-41
4.1. Introdução	D-20	9.1. Guia de seleção do tipo de motor para diferentes cargas	D-43
4.2. Variação do número de pólos	D-20	9.2. Motores de Alto rendimento WEG	D-44
4.2.1. Motores de duas velocidades com enrolamentos separados	D-20	9.3. Aplicação de motores de indução alimentados por inversores de frequência	D-45
4.2.2. Motores de duas velocidades com enrolamento por comutação de pólos	D-20	9.3.1. Introdução	D-45
4.2.3. Motores com mais de duas velocidades	D-20	9.3.2. Características dos inversores	D-45
4.3. Variação do escorregamento	D-20	9.3.3. Variação da velocidade através do uso de inversores	D-46
4.3.1. Variação da resistência rotórica	D-20	9.3.4. Condições de serviço	D-48
4.3.2. Variação da tensão do estator	D-21	9.3.5. Características de desempenho dos motores	D-48
4.4. Inversor de frequência	D-21	9.3.6. Características do sistema de isolamento	D-49
5. Características em regime	D-22	9.3.7. Critérios para operação dos motores WEG de baixa tensão, alimentados por inversores de frequência	D-49
5.1. Elevação de temperatura, classe de isolamento	D-22	10. Ensaios	D-50
5.1.1. Aquecimento do enrolamento	D-22	10.1. Motores alimentados por inversores de frequência	D-50
5.1.2. Vida útil do motor	D-22	11. Anexos	D-51
5.1.3. Classes de isolamento	D-23	11.1. Sistema Internacional de Unidades – SI	D-51
5.1.4. Medida de elevação de temperatura do enrolamento	D-23	11.2. Conversão de unidades	D-51
5.1.5. Aplicações à motores elétricos	D-23	11.3. Normas Brasileiras – ABNT	D-53
5.2. Proteção térmica de motores elétricos	D-23	Instalação	
5.2.1. Termorresistores (PT-100)	D-23	12. Introdução	E-3
5.2.2. Termistores (PTC e NTC)	D-24	13. Aspectos mecânicos	E-3
5.2.3. Termostatos	D-24	13.1. Fundações	E-3
5.2.4. Protetores térmicos	D-24	13.2. Tipos de bases	E-3
5.3. Regime de serviço	D-25	13.3. Alinhamento	E-3
5.3.1. Regimes padronizados	D-25	13.4. Acoplamento	E-4
5.3.2. Designação do regime tipo	D-28	13.5. Gráficos	E-7
5.3.3. Potência nominal	D-28	13.6. Vibração	E-10
5.3.4. Potências equivalentes para cargas de pequena inércia	D-28	13.7. Suspensão livre	E-10
5.4. Fator de serviço (FS)	D-29	13.8. Chaveta	E-10
6. Características de ambiente	D-30	13.9. Pontos de medição	E-10
6.1. Altitude	D-30	13.10. Balanceamento	E-10
6.2. Temperatura ambiente	D-30	13.10.1. Definição	E-10
6.3. Determinação da potência útil do motor nas diversas condições de temperatura e altitude	D-30	13.10.2. Tipos de balanceamento	E-10
6.4. Atmosfera ambiente	D-30	14. Aspectos elétricos	E-11
6.4.1. Ambientes agressivos	D-30	14.1. Proteção dos motores	E-11
6.4.2. Ambientes contendo poeiras ou fibras	D-30	Manutenção	
6.4.3. Locais em que a ventilação do motor é prejudicada	D-31	Instruções gerais	F-3
6.4.4. Ambientes perigosos	D-31	15. Manutenção	F-5
6.5. Grau de proteção	D-31	16. Limpeza	F-5
6.5.1. Código de identificação	D-31	17. Lubrificação	F-5
6.5.2. Tipos usuais de proteção	D-31	17.1. Intervalos de relubrificação	F-5
6.5.3. Motores à prova de intempéries	D-31	17.2. Qualidade e quantidade de graxa	F-8
6.6. Resistência de aquecimento	D-32	17.3. Instruções para lubrificação	F-8
6.7. Limites de ruídos	D-32	17.4. Substituição de rolamentos	F-8
7. Ambientes perigosos	D-35	17.5. Motofreio trifásico	F-9
7.1. Áreas de risco	D-35	17.6. Placa de identificação	F-11
7.2. Atmosfera explosiva	D-35	17.7. Armazenagem	F-11
7.3. Classificação das áreas de risco	D-35	17.8. Falhas em motores elétricos	F-12
7.4. Classes de temperatura	D-35	Assistência técnica	F-13
7.5. Equipamentos para áreas de risco (opções para os equipamentos)	D-36	Rede Nacional de Assistentes Técnicos WEG	
7.6. Equipamentos de segurança aumentada – Proteção Ex-e	D-36	WEG Motores	G-3
7.7. Equipamentos com invólucros a prova de explosão – Ex-d ...	D-36		
8. Características construtivas	D-37		
8.1. Dimensões	D-37		
8.2. Formas construtivas normalizadas	D-37		
8.3. Pintura	D-40		
8.4. Revestimento Autoforético	D-40		



Linha de Produtos

Motor Trifásico IP55

APLICAÇÕES

O Motor Trifásico IP55 pode ser aplicado em bombas, ventiladores, exaustores, britadores, moinhos, talhas, compressores e outras aplicações que requeiram motores assíncronos de indução trifásicos. Pode ser utilizado, ainda, com inversores em tensões menores que 460V.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP55
- Vedação dos mancais: V'Ring
- Carcaças: ferro fundido
- Dreno automático
- Potências: 0,16 a 450cv (carcaças 63 a 355M/L)
- Isolamento: classe "B" (carcaças 63 a 200L)
classe "F" (carcaças 225S/M a 355M/L)
- Fator de serviço: 1,15 (carcaças 63 a 200L)
1,00 (carcaças 225S/M a 355M/L)
- Rolamentos de esferas (com graxeira a partir da carcaça 225S/M)
- Rolamento dianteiro de rolos: carcaças 355M/L - 4,6 e 8 pólos
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V; 380/660V (carcaças 63 a 200L)
220/380/440V (carcaças 225S/M a 355 M/L)
- Cor: Azul RAL 5007

OPCIONAIS

- Freqüência 50Hz
- Grau de proteção: IPW55, IP56 e IP65
- Isolamento: classe F (carcaças 63 a 200L)
classe H (carcaças 63 a 355M/L)
- Categoria H
- Outras tensões
- Resistência de aquecimento
- Graxeira nas carcaças 160M a 200L
- Prensa-cabos
- 2ª ponta de eixo
- Anel de Nilos (carcaça 80)
- Placa de bornes / duplo aterramento
- Labirinto taconite (carcaças 90 a 355M/L)
- Rolamentos de rolos na tampa dianteira a partir da carcaça 160M (4, 6 e 8 pólos)
- Termostatos, PT 100, termistores nos enrolamentos
- Eixo em aço inox
- Ventilador de alumínio
- Retentor
- PT 100 nos mancais
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-3 e B-4
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-3

Motor Trifásico Alto Rendimento Plus

APLICAÇÕES

O Motor Trifásico Alto Rendimento Plus pode ser aplicado em bombas, ventiladores, exaustores, britadores, moinhos, talhas, compressores e outras aplicações que requeiram motores assíncronos de indução trifásicos com o máximo de rendimento e consumo reduzido.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP55
- Vedação nos mancais: V'Ring
- Carcaças: ferro fundido
- Dreno automático
- Potências: 1 a 500cv (carcaças 63 a 355M/L)
- Isolamento: classe "B" (carcaças 63 a 200L);
classe "F" (carcaças 225S/M a 355M/L)
- Fator de serviço: 1.15
- Rolamento de esferas (com graxeira a partir da carcaça 250S/M)
- Rolamento dianteiro de rolos: carcaças 355M/L - 4,6 e 8 pólos
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V, 380/660V (carcaças 63 a 200L)
220/380/440V (carcaças 225S/M a 355M/L)
- Cor: Verde Rall 6002

OPCIONAIS

- Freqüência: 50Hz
- Grau de proteção: IPW55, IP56 e IP65
- Isolamento: classe F (carcaças 63 a 200L)
classe H (carcaças 63 a 355M/L)
- Outras tensões
- Resistência de aquecimento
- Graxeira nas carcaça 160M a 200L
- Prensa-cabos
- 2ª ponta de eixo
- Anel de Nilos (carcaças 90 a 112M)
- Placa de bornes
- Labirinto taconite (carcaças 132S a 355M/L)
- Rolamentos de rolos na tampa dianteira a partir da carcaça 160M (4, 6 e 8 pólos)
- Termostatos, PT 100, termistores nos enrolamentos
- Eixo em aço inox
- Retentor
- PT 100 nos mancais
- Outros opcionais sob consulta

Cálculo para Retorno de Investimento: Página D-45

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-5 e B-6
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-3

Motor Trifásico Inverter Duty Motor TEBC

APLICAÇÕES

Aplicações que requeiram o uso de Inversores de frequência.
Nota: Devido ao seu isolamento especial, o Inverter Duty não necessita de reatores ou quaisquer outros filtros entre o inversor e o motor, para a proteção do sistema de isolamento.

CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP55 (TEBC)
- Vedação nos mancais: V'Ring
- Carcaças: ferro fundido
- Dreno automático
- Potências: 0,5 a 500cv (carcaças 90S a 355M/L)
- Isolamento: classe "F"
- Fator de serviço: 1.0
- Sistema de aterramento entre eixo e carcaça através de anel e escovas (carcaças 315 S/M e 355M/L)
- Fio com isolamento especial, para suportar os picos de tensão causados pelo uso de inversores
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V, 380/660V (carcaças 90S a 200L)
220/380/440V (carcaças 225S/M a 355M/L)
- Cor: Azul RAL 5007



OPCIONAIS

- Grau de proteção: IPW55
- Isolamento: classe H
- Outras tensões
- Encoder (Veja as características abaixo)
- Resistência de aquecimento
- Rolamentos com isolamento especial em óxido de alumínio para as carcaças 225S/M a 355 M/L
- Termostatos, PT100 e termistores nos mancais
- Placa de bornes
- Fator de serviço: 1.15 (Motor Alto Rendimento)
- Eixo em aço inox
- Retentor
- PT 100 nos mancais
- Outros opcionais sob consulta

CARACTERÍSTICAS DO ENCODER

- Encoder (tipo HS 35B10249WWBW-carcaças 132 a 355)
- Encoder (tipo HS 35B10249WWB2-carcaças 90 a 112)
- Isolado eletricamente
- 1024 pulsos
- Conector com 10 pinos Ms na lateral
- Para operação entre 5 e 24 V

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-9 e B-10

DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-4

Para saber mais sobre motor inverter duty consulte a página D-45

Motor Trifásico à Prova de Explosão

APLICAÇÕES

Bombas, centrais de ar condicionado, ventiladores, britadores, talhas, compressores, transportadores contínuos, máquinas operatrizes, bobinadeiras, moinhos, trefiladeiras, centrífugas, prensas, guindastes, pontes rolantes, cavalos mecânicos para prospecção de petróleo, elevadores, teares, trituradores, picadores de madeira, injetores, mesas de rolos, torres de resfriamento, embaladeiras e onde houver presença de produtos inflamáveis, com áreas classificadas como Zona I (ABNT/IEC).

CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP55
- Vedação nos mancais: retentor
- Carcaças: ferro fundido
- Potências: 0,5 a 500cv (carcaças 90S a 355M/L)
- Termostato
- Isolamento: classe "B" (carcaças 90S a 200L)
classe "F" (carcaças 225S/M a 355M/L)
- Fator de serviço: 1.0
- Tensões: 220/380V, 380/660V (carcaças 90S a 200L)
220/380/440V (carcaças 225S/M a 355M/L)
- Cor: Azul RAL 5007
- Anel de fixação interno em ambas as tampas, para impedir a propagação da chama
- Placa de identificação adicional contendo: normas, áreas classificadas, categoria de temperatura, número do certificado de conformidade



ÁREAS DE APLICAÇÃO

Zona I, Grupo IIA / IIB, T4

OPCIONAIS

- Grau de proteção: IPW55
- Isolamento: classe F (carcaças 90S a 200L)
- Outras tensões
- Resistência de aquecimento
- Prensa-cabos
- 2ª ponta de eixo
- Placa de bornes
- Termistores e PT100 nos enrolamentos
- Eixo em aço inox
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-11 e B-12

DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-5

Motor Trifásico Não Acendível

APLICAÇÕES

O Motor Trifásico Não Acendível pode ser aplicado em bombas, ventiladores, exaustores, britadores, transformadores, moinhos, talhas, compressores e outras aplicações que requeiram motores assíncronos de indução trifásicos, para as Áreas Classificadas abaixo:
Zona 2: Grupo IIA / II B/ II C - T3 (ABNT/IEC)



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IPW55
- Vedação dos mancais: V'Ring
- Carcaças: ferro fundido
- Potências: 0,5 a 200cv (carcaças 90S a 315S/M)
- Isolamento classe "F" com $\Delta T = 80K$
- Fator de serviço 1,0
- Rolamentos blindados de esferas
- Categoria: N
- Tensões: 440V
- Pintura com impregnação epóxi
- Cor: Azul RAL 5007

OPCIONAIS

- Graus de proteção: IP65 ou IPW56
- Vedação dos mancais: Labirinto taconite Retentor
- Termistor, termostato e PT100
- Outras tensões
- Resistência de aquecimento
- Graxeira nas carcaça 90 a 200
- Prensa-cabos
- 2ª ponta de eixo
- Categoria: H
- Eixo em aço inoxidável
- Outras tensões e opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-13 e B-14
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-3

Motor trifásico para Bomba de Combustível

APLICAÇÕES

Os motores trifásicos para Bomba de Combustível. Podem ser utilizados em bombas de combustível, filtros de óleo ou equipamentos para manipulação de fluidos inflamáveis.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP44
- Carcaça: ferro fundido
- Potência: 0,75 e 1cv
- Isolamento classe "B"
- Fator de serviço 1,0
- Rolamentos: esferas ZZ
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V
- Cor: Cinza Munsell N6.5
- Norma NEMA MG -1

OPCIONAIS

- Frequência 50Hz
- Isolamento Classe "F"
- Outras tensões
- Termostato
- Sem pés
- Outros opcionais sob consulta

Motor Trifásico para Bomba Monobloco

APLICAÇÕES

Bombas centrífugas com montagem monobloco que requerem dimensões padronizadas.

CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP55
- Vedação nos mancais: V'Ring
- Carcaças: ferro fundido
- Dreno automático
- Potências: 1 a 100cv (carcaças 90S a 250S/M)
- Isolamento: classe "B"
- Rolamento fixo: dianteiro nas carcaças 90S a 200L
traseiro nas carcaças 225S/M a 250S/M
- Fator de serviço: 1.15 (carcaças 90 a 200L)
1.0 (carcaças 225S/M a 250 S/M)
- Eixo e flange: JM ou JP
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V, 380/660V (carcaças 90 a 200L)
220/380/440V (carcaças 225S/M a 250S/M)
- Cor: Azul RAL 5007



OPCIONAIS

- Frequência 50Hz
- Grau de proteção: IPW55 IP56 IP65
- Isolamento: classe F (carcaças 90S a 200L)
classe H (carcaças 90S a 250S/M)
- Outras tensões
- Resistência de aquecimento
- Prensa-cabos
- Anel de Nilos (carcaças 90 a 112M)
- Placa de bornes
- Labirinto taconite (carcaças 132S a 250S/M)
- Rolamentos: abertos
- Termistores, PT100 e termostatos
- Eixo em aço inox
- Retentor
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-16

DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-7

Motor Trifásico tipo Motofreio

APLICAÇÕES

O Motofreio WEG encontra aplicações mais comuns em: elevadores de carga, talhas, máquinas-ferramentas, teares, máquinas de embalagem, transportadores, máquinas de lavar e engarrafar, dobradeiras, enfim, em equipamentos onde são exigidas paradas rápidas por questão de segurança, posicionamento e economia de tempo.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP55
- Vedação nos mancais: V'Ring
- Carcaças: ferro fundido
- Dreno automático
- Potências: 0,16 a 30cv (carcaças 71 a 160L)
- Isolamento: classe "B"
- Fator de serviço: 1.15
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V
- Alimentação freio: 220V
- Freio: com pastilha (carcaças 71 a 160L)
- Placa de bornes
- Cor: Azul RAL 5007

OPCIONAIS

- Frequência 50Hz
- Grau de proteção: IPW55
- Isolamento: classe F
classe H
- Outras tensões
- Termistor e termostato
- Resistência aquecimento
- Tensão de alimentação do freio: 110VCA; 440VCA; 575VCA;
24VCC
- Destravamento manual do freio
- Rolamentos: abertos
- Eixo em aço inox
- Retentor
- Freio com disco de lona nas carcaças 71 a 160L
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-17

DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-8

Para saber mais sobre motofreio consulte a página F-9

Motor Trifásico tipo Motosserra

APLICAÇÕES

Serras circulares, serras de pêndulos, discos de pêndulos, discos abrasivos para corte e polimento de metais, tupias, discos de lixa, fresas para madeira.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP54
- Carcaças: ferro fundido
- Dreno automático
- Potências: 3 a 10cv (carcaças 80S-MS a 90L-MS)
- Isolamento: classe "B"
- Fator de serviço: 1.15
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V, 380/660V
- Cor: Azul RAL 5007

OPCIONAIS

- Frequência 50Hz
- Grau de proteção: IP55, IPW55
- Isolamento: classe F
classe H
- Outras tensões
- Termistores, PT100 e termostatos
- Resistência de aquecimento
- Prensa-cabos
- 2ª ponta de eixo
- Placa de bornes
- Retentor
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-15
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-6
DIÂMETRO DA SERRA: VER PÁGINA C-6

Motor Trifásico NEMA 56

APLICAÇÕES

Compressores, bombas, ventiladores, trituradores e máquinas em geral.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP21
- Carcaças: chapa
- Potências: 1/4 a 3cv (carcaças A56 a F56H)
- Isolamento: classe "B"
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V
- Cor: Preto Fosco Munsell N1

OPCIONAIS

- Frequência: 50 Hz
- Isolamento: classe "F"
- Outras tensões
- Eixo em aço inox
- Sem pés com flange
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-19
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-11

Motor Trifásico Dahlander

APLICAÇÕES

O motor trifásico Dahlander pode ser aplicado em talhas, elevadores, correias transportadoras, máquinas e equipamentos em geral ou outras aplicações que requeiram motores assíncronos de indução trifásicos com duas velocidades.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP55
- Vedação nos mancais: V´Ring
- Carcaças: ferro fundido
- Dreno automático
- Potências: 0,25 a 160cv (carcaças 71 a 315S/M)
- Isolamento: classe “B” (carcaças 71 a 200L)
classe “F” (carcaças 225S/M a 315S/M)
- Fator de Serviço: 1,00
- Rolamentos de esferas (com graxeira a partir da carcaça 225S/M)
- Categoria: N
- Tensões: 220,380 e 440V
- Cor: Azul RAL 5007

OPCIONAIS

- Freqüência: 50Hz
- Grau de proteção: IPW55, IP56 e IP65
- Isolamento: classe F (carcaças 71 a 200L)
classe H (carcaças 71 a 315S/M)
- Outras tensões sob consulta
- Resistência de aquecimento
- Graxeira nas carcaças 160M a 200L
- Prensa-cabos
- 2ª ponta de eixo
- Anel de Nilos (carcaças 90 a 112M)
- Placa de Bornes
- Labirinto Taconite (carcaças 132S a 315S/M)
- Rolamento de rolos na tampa dianteira a partir da carcaça 160M (4,6 e 8 pólos)
- Termostatos, PT100, termistores nos enrolamentos
- Eixo em aço inox
- Retentor
- PT100 nos mancais
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-7 e B-8
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-3

Motor Trifásico Jet Pump

APLICAÇÕES

Sistemas de bombeamento de água por “jet pump”, bombas comerciais e industriais, bombas residenciais, bombas centrífugas e bombas hidráulicas.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP21
- Carcaças: chapa
- Potências: 1/3 a 3cv (carcaças A56 a F56H)
- Isolamento: classe “B”
- Categoria: N
- Tensões: 220/380V
- Cor: Preto Fosco (sem pintura)
- Norma NEMA MG-1
- Ventilação interna
- Ponta de eixo com rosca ou chaveta
- Flange FC 149

OPCIONAIS

- Freqüência: 50 Hz
- Isolamento: classe “F”
- Outras tensões
- Eixo em aço inox
- Sem pés
- Flange FC95
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-20
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-12

Motores para Redutores Tipo 1

APLICAÇÕES

Transportadoras lineares, máquinas de papel e celulose, tornos diversos e máquinas operatrizes em geral.



CARACTERÍSTICAS

- Ponta de eixo e flange especial para acoplamento direto em redutores
- Grau de proteção: IP55
- Vedação especial: oil seal – retentor com mola
- Carcaças: ferro fundido
- Bujão para dreno de óleo
- Anel para centrifugação do óleo
- Potências: 0,16 a 15cv (carcaças 63 a 132M)
- Isolamento: classe “B”
- Fator de Serviço: 1,15
- Rolamento de Esferas
- Categoria N
- Tensões: 220/380V, 380/660V ou 220/380/440V
- Cor: Azul RAL 5007

OPCIONAIS

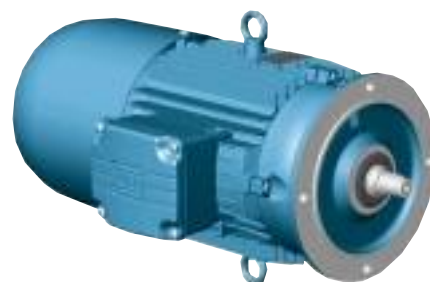
- Freqüência: 50Hz
- Grau de proteção: IPW55
- Isolamento: F ou H
- Resistência de aquecimento
- Prensa-cabos
- Ventilador de alumínio
- PT100 nos mancais
- Outros opcionais por consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-18
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-9

Motofreio para Redutores - Tipo 1

APLICAÇÕES

Especialmente desenvolvida para a aplicação em redutores de velocidade, a linha de Motofreios WEG é indicada para aplicações onde são exigidas paradas rápidas, posicionamento, economia de tempo e segurança como: talhas, pontes rolantes, elevadores, polias automáticas, guinchos e diversas máquinas operatrizes de uso geral.



CARACTERÍSTICAS

- Freio Especial Lenze (maior conjugado frenagem)
- Grau de proteção: IP55
- Vedação Especial: oil seal – retentor com mola
- Carcaças: ferro fundido
- Bujão para dreno de óleo
- Anel de centrifugação de óleo
- Potências: 0,16 a 15 cv (carcaças 63 a 132M)
- Isolamento: classe “B”
- Fator de Serviço: 1,15
- Rolamento de esferas
- Categoria N
- Tensões: 220/380V, 380/660V ou 220/380/440V
- Cor: Azul RAL 5007

OPCIONAIS

- Freqüência: 50Hz
- Grau de proteção: IPW55
- Isolamento: “F” ou “H”
- Resistência de aquecimento
- Prensa-cabos
- Ventilador de alumínio
- PT100 nos mancais
- Destramento manual do freio (exceto para carcaça 63)
- Outros opcionais por consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-18
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-10

Motores para Lavadoras automáticas e semi-automáticas

APLICAÇÕES

Lavadoras semi-automáticas de velocidade única, lavadoras automáticas top-load e lavadoras automáticas front-load



CARACTERÍSTICAS

- Motores monofásicos
- Velocidade única (4 pólos) ou dupla (2/12, 2/16, ou 2/18 pólos)
- Capacitor permanente
- Protetor térmico
- Grau de proteção IP 00
- Isolamento classe "B"
- Tensão 110V ou 220V
- 50 ou 60Hz
- Mancais com rolamentos ou buchas conforme aplicação

OPCIONAIS

- Isolamento classe "F"
- Eixo com polias
- Fixação por hastes
- Fixação por pés
- Termostato

DADOS ELÉTRICOS: SOB CONSULTA
DADOS MECÂNICOS: SOB CONSULTA

Motores Monofásicos com Capacitor Permanente

APLICAÇÕES

Trituradores de alimentos, esteiras, picadores de alimentos e outros.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção IP55
- Carcaça: 63 a 80
- Potências: 1/8 a 3/4
- Isolamento classe B
- Tensões: 110 ou 220V (tensão única)
- Fator de serviço: 1,15
- Dreno automático
- Vedação nos mancais: V´ Ring
- Cor: Azul RAL 5007

OPCIONAIS

- Grau de proteção IPW55
- Termistores ou termostatos
- Prensa-cabos
- Eixo de aço inox
- Retentor
- Placa de bornes
- Flanges
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINAS B-21
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-14

Motor Monofásico Jet Pump com flange incorporada

APLICAÇÕES

Sistemas de bombeamento de água por "jet pump", bombas comerciais e industriais, bombas residenciais e bombas centrífugas



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP21
- Carcaças: chapa
- Potência: 1/4 a 3cv (carcaças W48 a E56)
- Isolamento: classe "B"
- Tensões: 110/220V
- Norma NEMA MG-1
- Ventilação Interna
- Ponta de eixo com rosca
- Plano de Pintura 207- Preto Fosco

OPCIONAIS

- Frequência: 50Hz
- Eixo em aço inox
- Sem pés com flange
- Protetor térmico
- Outros opcionais por consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-22
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINAS C-15 e C-16

Motor Monofásico IP55 Uso Rural

APLICAÇÕES

Ventiladores, compressores, bombas, talhas, guinchos, transportadoras, alimentadoras para uso rural, trituradores, bombas para adubação, descarregadores de silos e outras de uso geral.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP55
- Carcaça: ferro fundido
- Potências: 1/6 a 12,5cv (carcaças 90S a 132M)
- Isolamento: classe "B"
- Tensões: 110/220V, 220/440V ou 254/508V
- Fator de serviço: 1.15
- Cor: Azul RAL 5007
- Dreno automático
- Vedação dos mancais: V'Ring

OPCIONAIS

- Grau de proteção: IPW55, IP56, IP65
- Termistores ou termostatos
- Prensa-cabos
- Eixo de aço inox
- Retentor
- Placa de bornes
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-22
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-14

Mini-motor para movimentação de ar



APLICAÇÕES

O motor de indução monofásico, "pólos sombreados", foi projetado para ser usado em coifas, exaustores, mostradores frigoríficos, secadores de cabelo profissional, unidades de refrigeração, condensadores, máquinas de post-mix, desumificadores e outros.

CARACTERÍSTICAS

- Tensões: 115V, 115/230V e 220V
- Grau de Proteção: IP44 ou IP10
- Potências: 1/40cv, 1/25cv ou 1/30cv
- Vedação nos mancais: Buchas sinterizadas, auto-alinhantes, com lubrificação permanente
- Regime: contínuo para ambientes de temperatura até 40°C e altitude máxima de 1000m
- Isolação classe "B"
- Eixo: Aço carbono SAE 1045
- Fixação : Base ou parafusos nas laterais
- Hélice: Alumínio ou plástico

OPCIONAIS

- Características especiais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-23
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-17

Motor para condicionadores de ar



APLICAÇÕES

O motor de indução monofásico, de capacitor permanente (PSC), foi projetado para o uso em condicionadores de ar, condensadores e ventiladores.

CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP44, IP21, IP20 e IP10
- Carcaças: NEMA 42, 48 e AC33
- Potências: 1/40cv a 3/4cv em 1, 2 ou 3 velocidades
- Tensões: 110V, 115V e 127V em 60Hz
220V, 230V em 50 ou 60Hz
- Fixação: Anéis resilientes, borrachão, tirantes ou suporte

OPCIONAIS

- Características especiais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: SOB CONSULTA
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-18

Motores monofásicos NEMA 48 e 56

APLICAÇÕES

Compressores, bombas, ventiladores, trituradores e máquinas em geral, que requeiram regime contínuo.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP 21
- Potências: 1/8 a 3cv (carcaças B48 a G56H)
- Isolamento: classe "B"
- Ventilação: interna
- Mancais: rolamentos de esferas
- Normas: NEMA MG-1
- Tensão: 110/220V
- Cor: Preto Fosco Munsell N1
- Altos torques

OPCIONAIS

- Frequência: 50Hz
- Isolamento classe F
- Eixo em aço inox
- Sem pés com flange
- Protetor térmico
- Retentor
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-19
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-11

Motor Monofásico Jet Pump Split-phase

APLICAÇÕES

Recomendado para aplicações onde são exigidas poucas partidas e baixo conjugado de partida: sistemas de bombeamento de água por "jet pump", bombas comerciais e industriais, bombas residenciais, bombas centrífugas e bombas hidráulicas.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP21
- Carcaças: chapa
- Potências: 1/8 a 1cv (carcaças 56 a L56)
- Isolamento: classe "B"
- Tensões: 110/220V
- Cor: Preto Fosco (sem pintura)
- Norma NEMA MG-1
- Ventilação interna
- Ponta de eixo com rosca ou chaveta

OPCIONAIS

- Frequência: 50 Hz
- Eixo em aço inox
- Sem pés
- Protetor térmico
- Retentor
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-21
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-13

Motor Monofásico Jet Pump Capacitor de Partida

APLICAÇÕES

Sistemas de bombeamento de água por "jet pump", bombas comerciais e industriais, bombas residenciais e bombas centrífugas.



CARACTERÍSTICAS

- Grau de proteção: IP21
- Carcaças: chapa
- Potências: 1/8 a 3cv
- Isolamento: classe "B"
- Tensões: 110/220V
- Cor: Preto Fosco (sem pintura)
- Norma NEMA MG-1
- Ventilação interna
- Ponta de eixo com rosca ou chaveta

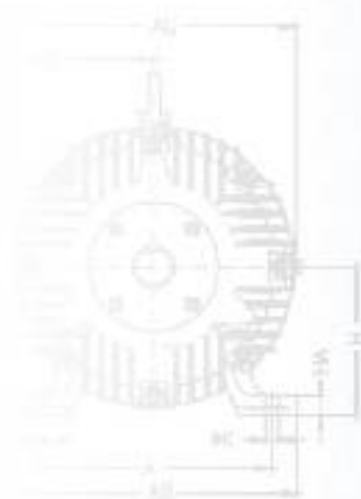
OPCIONAIS

- Frequência: 50 Hz
- Eixo em aço inox
- Sem pés com flange
- Protetor térmico
- Retentor
- Outros opcionais sob consulta

DADOS ELÉTRICOS: VER PÁGINA B-20
DADOS MECÂNICOS: VER PÁGINA C-12

Demais linhas de motores elétricos:

- Motores para Motofricção (máquinas de costura)
 - Motores para Aviários
 - Servomotores
 - Motores para câmaras frigoríficas
 - Motores para equipamentos odontológicos e hospitalares
 - Motores para refrigeração
 - Motor Shark
 - Motores para bombas submersíveis
 - Motores para Aeradores
 - Motores para Portões eletrônicos
 - Motoceifador - Cortadores de grama (opcional com freio)
 - Motores para enceradeiras
 - Motores para esteiras ergométricas
 - Motores para moedores, picadores e amaciadores de carne
 - Motores para preparador de alimentos
 - Motores para espremedores de frutas
 - Motores para Ventilador de teto
 - Motores para Ventiladores de pedestal
 - IP 55 - Carcaça de Alumínio
 - Motores para uso naval
 - Motores para elevadores
- *Fabricamos motores especiais para qualquer aplicação. Consulte-nos.*



Características Eléctricas

Motor Trifásico Dahlander IP55 (duas velocidades)



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p / I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p / C_n	Conjugado máximo C_{max} / C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (S) a quente	Peso aprox. (kg)
CV	KW								% da potência nominal									

4/2 Pólos - 60 Hz

0,25	0,18	71	1730	1,7	3,5	0,10	2,8	3,2	38	47	53	0,40	0,47	0,54	1,0	0,0005	9,7	8,0
0,4	0,30		3460	1,6	5,5	0,08	2,5	3,0	49	57	62	0,66	0,75	0,82		6,0		
0,3	0,22	71	1740	2,3	4,0	0,12	3,3	3,8	40	49	55	0,38	0,45	0,52	1,0	0,0006	8,6	10
0,5	0,37		3480	1,9	6,5	0,10	3,0	3,6	51	59	64	0,65	0,74	0,80		6,0		
0,4	0,30	71	1710	2,6	4,0	0,17	2,6	2,9	45	54	59	0,39	0,47	0,55	1,0	0,0006	8,0	10,5
0,63	0,46		3440	2,4	6,0	0,13	2,4	2,9	56	63	66	0,69	0,78	0,84		6,0		
0,5	0,37	80	1755	2,6	5,2	0,20	2,6	3,5	46	55	60	0,45	0,54	0,61	1,0	0,0015	7,4	15,5
0,8	0,60		3495	3,2	6,2	0,17	2,6	3,3	48	56	61	0,62	0,72	0,78		6,0		
0,63	0,46	80	1750	3,0	5,5	0,26	2,8	3,4	51	60	65	0,45	0,55	0,63	1,0	0,0015	7,8	16
1,0	0,75		3485	3,8	6,4	0,20	2,8	3,4	53	61	65	0,61	0,70	0,77		6,0		
0,8	0,60	80	1740	3,5	5,2	0,32	2,7	2,9	55	63	67	0,47	0,57	0,66	1,0	0,0015	7,3	16,5
1,25	0,92		3470	4,6	6,5	0,26	2,3	2,8	57	64	67	0,67	0,77	0,86		6,0		
1,0	0,75	90 S	1745	4,6	4,7	0,41	2,1	2,7	56	64	68	0,42	0,53	0,61	1,0	0,0021	7,3	20
1,6	1,2		3475	4,8	6,3	0,32	2,0	2,7	65	70	72	0,80	0,87	0,90		6,0		
1,25	0,92	90 L	1730	5,2	4,6	0,51	2,5	2,8	65	72	75	0,40	0,52	0,60	1,0	0,0026	12	23
2,0	1,5		3460	5,8	6,3	0,41	2,5	2,7	66	72	75	0,77	0,84	0,87		6,4		
1,6	1,2	90 L	1735	7,0	5,0	0,66	2,3	2,5	67	73	75	0,46	0,59	0,69	1,0	0,0026	14	23,5
2,5	1,8		3480	7,6	7,2	0,51	2,7	2,7	70	75	77	0,83	0,89	0,92		7,2		
2,0	1,5	100 L	1750	7,6	5,2	0,82	2,6	3,2	68	75	78	0,45	0,57	0,65	1,0	0,0055	6,2	29
3,0	2,2		3500	8,8	7,0	0,61	2,4	2,7	66	73	76	0,81	0,87	0,90		6,0		
2,5	1,8	100 L	1750	9,2	6,3	1,0	2,6	3,3	71	77	80	0,44	0,55	0,64	1,0	0,0063	6,8	32
4,0	3		3490	11	8,3	0,82	2,7	2,8	72	77	79	0,84	0,90	0,91		6,0		
3,0	2,2	112 M	1755	11	6,6	1,2	2,2	3,0	68	74	76	0,48	0,60	0,69	1,0	0,0082	10	41
5,0	3,7		3475	14	7,2	1,0	2,0	2,7	66	70	72	0,86	0,90	0,93		6,7		
4,0	3	112 M	1750	15	5,9	1,6	3,3	3,4	71	77	79	0,44	0,50	0,65	1,0	0,0092	8,4	45
6,3	4,6		3485	17	7,8	1,3	3,2	3,7	74	78	80	0,84	0,90	0,92		6,0		
5,0	3,7	132 S	1785	16	7,2	2,0	2,4	3,5	72	77	79	0,51	0,63	0,72	1,0	0,0199	6,0	59
8,0	6,0		3515	20	8,3	1,6	2,0	2,9	71	75	77	0,87	0,92	0,94		6,0		
6,3	4,6	132 M	1765	19	7,9	2,6	2,3	3,4	79	83	84	0,53	0,67	0,76	1,0	0,0252	6,0	73
10	7,5		3520	25	9,0	2,0	2,0	2,8	76	80	82	0,88	0,92	0,94		6,0		
8,0	6,0	160 M	1765	24	8,0	3,2	3,4	3,8	79	83	85	0,56	0,68	0,76	1,0	0,0515	10	114
12,5	9,2		3535	32	9,7	2,5	3,4	4,3	75	80	82	0,88	0,92	0,94		6,0		
10	7,5	160 L	1765	28	7,4	4,1	3,0	3,3	81	85	86	0,60	0,72	0,79	1,0	0,0582	12	130
16	11,8		3525	40	9,0	3,2	3,2	3,9	78	82	84	0,89	0,93	0,94		6,0		
12,5	9,2	180 M	1780	34	7,5	5,0	3,2	2,4	79	84	86	0,71	0,79	0,83	1,0	0,1381	10	206
20	15		3550	50	8,1	4,1	3,3	3,0	73	78	81	0,93	0,94	0,94		6,4		
16	11,8	200 M	1780	48	5,5	6,5	2,7	2,3	79	84	86	0,60	0,71	0,76	1,0	0,1926	33	232
25	18,5		3560	62	7,1	5,0	3,1	3,0	73	79	82	0,91	0,93	0,94		15		
20	15	200 L	1780	58	5,2	8,2	2,5	2,1	82	86	87	0,62	0,72	0,77	1,0	0,2055	29	249
30	22		3560	75	6,9	6,0	3,0	2,8	76	81	84	0,91	0,93	0,94		13		
25	18,5	225 S/M	1780	70	5,9	10	2,8	2,8	82	86	88	0,64	0,74	0,80	1,0	0,3480	15	365
40	30		3560	98	6,5	8,2	2,4	3,0	75	80	83	0,90	0,92	0,94		6,8		
30	22	225 S/M	1780	82	5,4	12	2,6	2,9	84	87	89	0,65	0,75	0,81	1,0	0,4030	16	385
50	37		3560	120	6,3	10	2,3	2,9	79	83	85	0,90	0,93	0,94		8,1		
40	30	250 S/M	1785	110	6,3	16	2,6	2,8	83	87	88	0,65	0,74	0,80	1,0	0,5272	16	475
63	46		3570	150	7,7	13	2,8	3,1	80	84	86	0,85	0,87	0,94		7,0		
50	37	280 S/M	1780	142	7,5	20	2,9	3,3	83	87	88	0,62	0,73	0,78	1,0	0,9284	12	645
80	60		3560	198	8,0	16	2,6	3,7	76	81	84	0,88	0,90	0,91		6,7		
63	46	280 S/M	1780	175	6,0	25	2,3	2,7	85	88	90	0,64	0,74	0,79	1,0	1,0730	35	676
100	75		3555	240	6,6	20	2,1	3,1	79	84	86	0,91	0,93	0,93		19		
80	60	315 S/M	1780	224	6,2	32	2,4	2,8	86	89	90	0,61	0,71	0,76	1,0	1,3801	30	807
125	90		3560	294	7,0	25	2,4	3,4	81	85	87	0,88	0,90	0,91		15		

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.



Motor Trifásico Dahlander IP55 (duas velocidades)

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p / I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p / C_n	Conjugado máximo C_{max} / C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (S) a quente	Peso aprox. (kg)
CV	kW								% da potência nominal									

8/4 Pólos - 60 Hz

0,25	0,18	80	860	2,1	3,1	0,20	2,4	3,0	37	45	51	0,37	0,44	0,50	1,0	0,0027	20	15
0,4	0,30		1740	1,9	5,5	0,16	2,2	2,9	46	54	59	0,59	0,68	0,74			9,2	
0,3	0,22	90 S	860	2,1	3,6	0,25	2,1	2,8	44	53	58	0,43	0,51	0,59	1,0	0,0045	15	20
0,5	0,37		1730	2,0	5,4	0,20	2,1	2,8	49	56	61	0,70	0,79	0,85			10	
0,4	0,30	90 S	870	2,4	3,8	0,32	2,5	3,0	46	55	60	0,46	0,56	0,65	1,0	0,0045	16	21
0,63	0,46		1740	2,4	6,2	0,26	2,8	3,3	52	60	64	0,64	0,74	0,80			8,2	
0,5	0,37	90 L	870	3,6	3,9	0,41	2,9	3,6	42	52	57	0,37	0,44	0,51	1,0	0,0058	10	26
0,8	0,60		1755	3,2	7,0	0,32	2,8	3,8	51	60	65	0,59	0,69	0,77			6,0	
0,63	0,46	90 L	865	4,8	3,8	0,52	3,2	3,7	43	51	55	0,34	0,42	0,50	1,0	0,0058	12	27
1,0	0,75		1760	4,0	7,0	0,41	3,3	3,9	63	69	72	0,48	0,59	0,70			6,0	
0,8	0,60	100 L	870	4,6	4,3	0,66	2,9	3,5	50	59	64	0,36	0,45	0,52	1,0	0,0074	14	29
1,25	0,92		1755	4,4	8,0	0,52	3,1	4,1	58	66	70	0,61	0,71	0,78			6,0	
1,0	0,75	100 L	850	5,6	3,7	0,82	2,7	3,2	49	55	60	0,41	0,50	0,58	1,0	0,0074	13	30
1,6	1,2		1745	5,2	8,0	0,65	2,6	2,9	62	69	73	0,64	0,74	0,81			6,0	
1,25	0,92	100 L	860	6,8	4,0	1,0	2,3	2,8	54	62	65	0,39	0,48	0,55	1,0	0,0085	12	32
2,0	1,5		1750	6,4	7,2	0,82	2,6	3,0	69	75	78	0,64	0,74	0,80			6,0	
1,6	1,2	112 M	870	7,8	4,7	1,3	2,0	2,3	67	73	75	0,41	0,51	0,59	1,0	0,0122	11	40
2,5	1,8		1740	8,0	7,0	1,0	2,0	2,7	71	75	76	0,71	0,81	0,84			7,2	
2,0	1,5	112 M	870	9,2	5,5	1,6	2,2	2,5	56	62	68	0,43	0,54	0,62	1,0	0,0165	9,6	47
3,0	2,2		1755	9,2	7,0	1,2	2,6	3,2	70	74	76	0,69	0,80	0,85			6,0	
2,5	1,8	112 M	860	11	5,8	2,0	2,0	2,2	68	69	70	0,43	0,53	0,62	1,0	0,0165	11	48
4,0	3		1740	12	7,0	1,6	1,8	2,3	72	74	75	0,70	0,80	0,85			6,0	
3,0	2,2	132 S	875	12	6,6	2,5	2,3	3,2	73	75	77	0,43	0,55	0,64	1,0	0,0404	9,0	60
5,0	3,7		1755	14	9,2	2,0	2,5	2,7	74	78	79	0,77	0,84	0,88			6,0	
4,0	3	132 S	865	18	6,5	3,3	3,2	3,0	62	70	73	0,36	0,46	0,55	1,0	0,0491	10	70
6,3	4,6		1730	18	8,0	2,6	3,3	3,0	74	78	79	0,75	0,85	0,90			6,0	
5,0	3,7	132 M	870	22	7,2	4,1	2,3	2,4	76	80	81	0,43	0,53	0,61	1,0	0,0557	9,7	75
8,0	6,0		1750	22	9,8	3,2	2,7	2,8	78	82	82	0,76	0,83	0,86			6,0	
6,3	4,6	160 M	885	24	5,9	5,1	2,4	3,0	74	79	82	0,42	0,54	0,63	1,0	0,0876	11	125
10	7,5		1770	26	9,8	4,0	2,1	3,9	78	82	84	0,78	0,86	0,90			6,0	
8,0	6,0	160 L	880	28	5,6	6,5	1,8	2,6	77	82	83	0,46	0,59	0,67	1,0	0,1010	12	140
12,5	9,2		1770	32	9,1	5,0	1,9	2,7	80	84	85	0,80	0,88	0,91			6,0	
10	7,5	180 M	885	32	5,4	8,0	2,4	2,4	82	86	87	0,51	0,64	0,71	1,0	0,2167	22	185
16	11,8		1780	40	9,3	6,5	3,4	3,9	81	85	86	0,82	0,88	0,91			6,5	
12,5	9,2	180 L	885	38	4,8	10	2,0	2,0	84	87	88	0,57	0,69	0,75	1,0	0,2364	2	200
20	15		1775	48	8,0	8,0	2,9	3,3	83	86	87	0,85	0,90	0,92			6,9	
16	11,8	200 L	885	58	4,7	13	1,5	2,6	80	85	87	0,42	0,54	0,63	1,0	0,2936	28	245
25	18,5		1780	60	8,1	10	2,0	3,6	82	86	87	0,84	0,89	0,91			12	
20	15	200 L	885	66	4,5	16	1,3	2,3	82	86	87	0,46	0,58	0,66	1,0	0,3340	30	260
30	22		1780	72	7,9	12	2,0	3,4	83	86	88	0,84	0,90	0,92			11	
25	18,5	225 S/M	885	86	4,0	20	1,7	1,9	85	88	88	0,47	0,60	0,68	1,0	0,6759	22	344
40	30		1770	100	5,9	16	1,8	2,3	85	87	88	0,85	0,90	0,92			7,5	
30	22	225 S/M	885	90	3,8	24	1,5	1,9	87	89	89	0,54	0,66	0,73	1,0	0,7866	34	378
50	37		1770	120	5,3	20	1,9	2,4	86	88	89	0,88	0,91	0,92			13	
40	30	250 S/M	885	140	3,8	32	1,5	1,8	88	90	90	0,55	0,67	0,65	1,0	0,9483	31	440
63	46		1770	150	5,6	25	2,0	2,6	88	89	90	0,87	0,91	0,90			12	
50	37	280 S/M	890	180	4,4	40	1,5	1,9	88	90	90	0,46	0,57	0,62	1,0	1,8495	30	638
80	60		1780	210	6,5	32	1,9	2,8	86	89	90	0,79	0,83	0,84			11	
63	46	280 S/M	890	210	4,2	50	1,5	1,9	89	90	91	0,52	0,61	0,65	1,0	2,2306	28	724
100	75		1780	260	6,9	40	2,1	2,9	86	89	90	0,81	0,83	0,84			11	
80	60	315 S/M	885	290	4,1	64	1,5	2,0	89	91	92	0,41	0,52	0,58	1,0	2,5985	35	867
125	90		1780	330	6,4	50	2,0	2,9	88	90	91	0,75	0,79	0,81			14	
100	75	315 S/M	890	330	4,3	80	1,6	2,1	89	91	92	0,44	0,56	0,64	1,0	3,3536	35	1003
160	120		1785	380	7,3	64	2,3	3,3	89	91	92	0,80	0,87	0,89			14	

1) Para obter a corrente em 380V, multiplicar por 0,577. Em 440V, multiplicar por 0,5.
 2) Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Trifásico Não Acendível



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo $C_{máx}/C_n$	Rendimento $\eta\%$			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
								50	75	100	50	75	100						

2 Pólos - 60 Hz

0,50	0,37	90S	3460	2,01	6,0	0,10	2,4	3,8	41,3	52,0	59,6	0,68	0,77	0,81	1,00	0,00121	6	68	23
0,75	0,55	90S	3460	2,59	6,0	0,15	2,2	3,3	52,4	62,1	68,8	0,66	0,75	0,81	1,00	0,00121	6	68	24
1,0	0,75	90S	3430	3,26	6,0	0,21	2,2	2,6	56,0	66,0	71,0	0,75	0,83	0,85	1,00	0,00157	10	68	25
1,5	1,1	90S	3440	4,68	6,0	0,31	2,0	2,0	62,3	69,1	72,5	0,81	0,83	0,85	1,00	0,00157	7	68	26
2,0	1,5	90S	3420	6,11	5,7	0,43	2,2	2,4	65,0	70,4	74,9	0,74	0,83	0,86	1,00	0,00157	8	68	26
3,0	2,2	90S	3460	8,87	6,7	0,62	2,7	2,7	77,9	79,0	79,4	0,70	0,79	0,82	1,00	0,00206	5	68	20
4,0	3,0	90L	3460	11,0	7,6	0,84	2,9	3,1	80,0	82,6	83,2	0,70	0,80	0,86	1,00	0,00267	4	68	23
5,0	3,7	100L	3500	13,7	8,3	1,03	2,7	2,6	78,5	82,0	83,2	0,72	0,80	0,85	1,00	0,00561	4	71	31
6,0	4,5	112M	3480	16,1	7,1	1,26	2,2	2,9	82,8	84,2	84,3	0,76	0,84	0,87	1,00	0,00727	5	69	40
7,5	5,5	112M	3490	19,9	7,5	1,53	2,4	3,4	83,0	85,1	85,2	0,73	0,80	0,85	1,00	0,00842	7	69	43
10	7,5	132S	3510	25,3	7,0	2,08	2,2	2,8	85,5	86,5	86,5	0,81	0,88	0,90	1,00	0,02056	6	72	58
12,5	9,2	132M	3510	31,0	8,6	2,55	2,2	3,0	85,8	87,2	87,5	0,82	0,86	0,89	1,00	0,0243	4	72	67
15	11	132M	3500	36,4	8,3	3,06	2,6	3,5	85,0	89,0	89,0	0,76	0,85	0,89	1,00	0,02804	4	72	74
20	15	160M	3540	50,3	7,5	4,13	2,3	3,0	88,2	90,7	91,0	0,75	0,84	0,86	1,00	0,04707	9	75	118
25	18,5	160M	3525	61,0	8,0	5,11	2,7	3,0	89,5	90,5	90,5	0,82	0,87	0,88	1,00	0,05295	7	75	126
30	22	160L	3530	72,1	8,0	6,07	2,5	3,0	90,2	91,0	91,0	0,82	0,86	0,88	1,00	0,06472	8	75	135
40	30	200M	3560	98,3	7,8	8,21	3,4	3,0	87,0	90,0	91,0	0,82	0,85	0,88	1,00	0,17042	11	79	192
50	37	200L	3560	121	7,6	10,1	2,9	2,5	89,0	91,1	92,2	0,80	0,85	0,87	1,00	0,2063	11	79	242
60	45	225S/M	3560	143	7,5	12,3	2,6	3,0	86,5	90,0	91,0	0,84	0,89	0,91	1,00	0,30495	12	83	366
75	55	225S/M	3555	173	8,1	15,1	2,5	2,7	89,0	91,3	92,5	0,85	0,88	0,90	1,00	0,39465	10	83	384
100	75	250S/M	3560	232	9,3	20,5	3,1	3,3	90,0	92,1	93,1	0,85	0,90	0,91	1,00	0,50228	6	84	454
125	90	280S/M	3570	294	7,5	24,6	2,5	2,7	86,2	89,5	91,4	0,80	0,85	0,88	1,00	1,08257	24	84	705
150	110	280S/M	3570	354	7,5	30,0	2,5	2,7	89,0	91,4	92,7	0,82	0,86	0,88	1,00	1,27084	25	84	735
175	132	315S/M	3565	429	7,9	36,1	2,5	2,6	89,2	91,6	92,9	0,84	0,86	0,87	1,00	1,41204	16	87	820
200	150	315S/M	3575	469	8,2	40,9	2,7	2,8	90,0	92,4	93,3	0,84	0,87	0,90	1,00	1,64738	31	87	865

4 Pólos - 60 Hz

0,50	0,37	90S	1740	1,91	6,4	0,21	2,7	2,8	56,0	63,0	68,6	0,54	0,66	0,74	1,00	0,00336	14	51	25
0,75	0,55	90S	1740	2,79	6,6	0,31	2,6	2,9	57,0	65,0	69,9	0,54	0,66	0,74	1,00	0,00336	6	51	25
1,0	0,75	90S	1720	3,85	5,8	0,42	2,3	2,6	58,0	64,0	69,0	0,54	0,67	0,74	1,00	0,00336	4	51	25
1,5	1,1	90S	1710	5,38	6,0	0,63	2,8	2,8	64,0	70,0	71,5	0,56	0,68	0,75	1,00	0,00336	6	51	26
2,0	1,5	90S	1720	6,50	6,8	0,85	3,2	3,2	75,0	77,5	77,6	0,57	0,69	0,78	1,00	0,00448	6	51	19
3,0	2,2	90L	1710	8,57	6,8	1,25	3,0	3,0	78,0	79,0	79,3	0,70	0,80	0,85	1,00	0,00673	4	51	23
4,0	3,0	100L	1730	12,8	7,5	1,69	2,8	3,5	76,8	80,0	80,7	0,56	0,69	0,76	1,00	0,00766	4	54	31
5,0	3,7	100L	1730	13,8	8,2	2,08	3,0	3,1	81,7	83,3	84,6	0,68	0,80	0,83	1,00	0,01072	7	54	34
6,0	4,5	112M	1730	16,3	7,4	2,53	2,3	2,7	83,2	84,0	84,2	0,72	0,81	0,86	1,00	0,01607	6	58	41
7,5	5,5	112M	1730	19,9	7,5	3,10	3,0	3,2	85,0	86,2	86,2	0,72	0,80	0,84	1,00	0,01875	6	58	46
10	7,5	132S	1760	27,5	8,0	4,15	2,3	3,0	83,3	85,0	85,2	0,70	0,80	0,84	1,00	0,04264	4	61	58
12,5	9,2	132M	1755	32,0	8,3	5,11	2,5	2,9	85,8	87,5	87,7	0,73	0,81	0,86	1,00	0,0504	4	61	66
15	11	132M	1755	38,0	8,3	6,10	2,3	2,8	86,8	88,2	88,3	0,70	0,81	0,86	1,00	0,05815	4	61	70
20	15	160M	1760	52,8	6,0	8,30	2,2	2,3	88,0	89,3	89,8	0,69	0,79	0,83	1,00	0,0803	9	66	115
25	18,5	160L	1760	64,9	6,5	10,2	2,3	2,5	88,2	90,0	90,1	0,66	0,79	0,83	1,00	0,10037	8	66	125
30	22	180M	1765	72,9	7,5	12,1	2,8	2,8	89,5	90,2	91,0	0,77	0,84	0,87	1,00	0,16146	9	68	150
40	30	200M	1775	102	7,6	16,5	2,3	2,5	89,0	90,2	90,9	0,74	0,82	0,85	1,00	0,2758	10	71	211
50	37	200L	1770	123	6,6	20,4	2,3	2,4	90,2	91,7	91,7	0,76	0,83	0,86	1,00	0,33096	12	71	244
60	45	225S/M	1775	143	6,5	24,7	2,3	2,5	89,7	91,2	91,6	0,81	0,87	0,90	1,00	0,5249	12	75	330
75	55	225S/M	1770	175	7,4	30,3	2,3	2,4	90,3	91,7	91,9	0,84	0,88	0,90	1,00	0,69987	8	75	379
100	75	250S/M	1775	245	8,8	41,2	3,2	3,2	90,0	92,0	92,5	0,76	0,84	0,87	1,00	0,97982	6	75	442
125	90	280S/M	1780	296	7,3	49,2	2,2	2,5	89,3	91,0	91,8	0,80	0,85	0,87	1,00	1,60592	11	79	638
150	110	280S/M	1785	353	8,0	60,0	2,7	2,8	89,0	91,3	92,0	0,82	0,87	0,89	1,00	2,32859	12	79	725
175	132	315S/M	1780	440	8,0	72,2	2,5	2,5	90,4	92,0	92,7	0,80	0,83	0,85	1,00	2,56947	11	82	841
200	150	315S/M	1785	479	7,5	81,8	2,6	2,6	90,5	92,5	93,4	0,81	0,85	0,88	1,00	2,81036	14	82	868
250	185	315S/M	1785	583	8,0	101	3,0	2,8	90,8	93,0	93,5	0,80	0,85	0,89	1,00	3,77392	13	82	1005

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Trifásico Não Acendível



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo C_{max}/C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

6 Pólos - 60 Hz

0,50	0,37	90S	1150	2,51	5,0	0,31	2,9	3,0	58,0	61,0	62,3	0,40	0,52	0,62	1,00	0,00336	9	49	25
0,75	0,55	90S	1130	3,18	5,0	0,47	2,5	2,5	55,0	61,0	64,8	0,52	0,63	0,70	1,00	0,00336	9	49	25
1,0	0,75	90S	1140	3,77	5,3	0,64	2,9	2,8	68,0	72,0	72,5	0,53	0,64	0,72	1,00	0,00504	13	49	19
1,5	1,1	90S	1130	5,48	5,3	0,95	2,6	2,6	69,1	72,2	73,2	0,52	0,66	0,72	1,00	0,00561	6	49	20
2,0	1,5	100L	1150	7,44	5,2	1,27	2,1	2,4	66,9	71,5	73,5	0,52	0,64	0,72	1,00	0,01121	7	48	27
3,0	2,2	100L	1150	10,5	5,5	1,86	2,4	2,7	70,0	73,8	76,6	0,54	0,64	0,72	1,00	0,01289	8	48	30
4,0	3,0	112M	1140	13,0	5,8	2,56	2,5	2,6	76,3	79,0	79,4	0,58	0,69	0,76	1,00	0,02243	6	52	44
5,0	3,7	132S	1160	15,7	6,2	3,11	2,0	2,6	79,5	81,9	82,5	0,58	0,68	0,75	1,00	0,03489	10	55	51
6,0	4,5	132S	1160	18,7	6,7	3,78	2,1	2,8	80,0	83,5	84,0	0,58	0,70	0,75	1,00	0,04264	8	55	55
7,5	5,5	132M	1160	21,9	7,0	4,62	2,0	2,5	82,9	84,2	84,4	0,62	0,73	0,78	1,00	0,0504	8	55	62
10	7,5	132M	1160	30,6	7,5	6,30	2,5	3,0	84,0	85,2	85,8	0,58	0,70	0,75	1,00	0,0659	8	55	72
12,5	9,2	160M	1160	35,0	6,4	7,72	2,0	2,1	85,0	86,4	87,3	0,65	0,75	0,79	1,00	0,12928	6	59	112
15	11	160M	1170	41,6	6,5	9,16	2,1	2,7	88,0	89,0	89,0	0,58	0,71	0,78	1,00	0,14364	6	59	120
20	15	160L	1165	56,7	7,5	12,5	2,2	2,7	87,5	89,0	89,0	0,57	0,71	0,78	1,00	0,18673	6	59	139
25	18,5	180L	1165	60,3	7,9	15,5	2,6	2,8	88,6	89,3	89,4	0,81	0,87	0,90	1,00	0,30338	8	59	180
30	22	200L	1180	72,7	7,8	18,2	2,3	2,6	88,7	90,0	90,2	0,82	0,86	0,88	1,00	0,41258	10	62	232
40	30	200L	1180	100	7,8	24,8	2,5	2,7	89,0	90,4	90,6	0,80	0,84	0,87	1,00	0,44846	13	62	244
50	37	225S/M	1180	127	8,4	30,5	3,2	3,3	87,8	90,0	91,2	0,74	0,81	0,84	1,00	0,98843	12	65	370
60	45	250S/M	1180	148	7,8	37,1	3,1	2,9	90,0	91,2	91,7	0,81	0,85	0,87	1,00	1,22377	13	65	425
75	55	250S/M	1185	184	7,6	45,2	3,0	3,0	90,0	91,5	92,1	0,70	0,80	0,85	1,00	1,36497	12	65	453
100	75	280S/M	1185	253	7,3	61,6	2,9	2,8	90,2	92,2	92,7	0,75	0,82	0,84	1,00	2,64298	16	70	648
125	90	280S/M	1185	301	7,6	74,0	2,8	2,7	90,1	92,0	92,2	0,77	0,82	0,85	1,00	3,10263	15	70	700
150	110	315S/M	1185	381	8,0	90,4	3,0	2,6	91,0	92,3	92,5	0,67	0,77	0,82	1,00	3,67719	11	73	820
175	132	315S/M	1185	451	8,0	108	3,0	2,6	91,5	92,5	93,7	0,70	0,77	0,82	1,00	5,28597	14	73	987
200	150	315S/M	1185	509	7,8	123	2,8	2,4	90,0	92,0	93,1	0,74	0,80	0,83	1,00	5,28597	14	73	987

8 Pólos - 60 Hz

0,50	0,37	90S	850	2,51	3,8	0,42	2,3	2,4	48,9	56,2	62,3	0,45	0,54	0,62	1,00	0,00504	23	47	19
0,75	0,55	90L	830	3,29	3,6	0,65	2,0	2,0	58,8	63,0	64,5	0,50	0,60	0,68	1,00	0,00561	19	47	22
1,0	0,75	90L	830	4,45	3,6	0,88	2,1	2,1	59,3	64,1	65,1	0,50	0,60	0,68	1,00	0,00617	15	47	22
1,5	1,1	100L	860	6,88	4,2	1,25	1,9	2,1	60,0	64,8	67,7	0,46	0,55	0,62	1,00	0,01289	11	54	30
2,0	1,5	112M	855	7,75	4,6	1,71	2,1	2,6	73,0	74,0	74,7	0,50	0,61	0,68	1,00	0,0187	12	50	43
3,0	2,2	132S	860	10,0	5,8	2,49	1,9	2,4	74,4	78,1	78,1	0,55	0,68	0,74	1,00	0,05018	17	52	53
4,0	3,0	132M	870	13,4	6,7	3,36	2,3	2,8	76,2	80,2	81,3	0,53	0,65	0,72	1,00	0,07528	10	52	69
5,0	3,7	132M	865	16,1	6,9	4,17	2,4	2,8	77,7	81,5	82,7	0,55	0,67	0,73	1,00	0,08531	10	52	75
6,0	4,5	160M	880	21,4	5,9	4,98	2,0	2,5	79,0	82,6	83,6	0,46	0,57	0,66	1,00	0,14364	8	54	119
7,5	5,5	160M	875	25,5	6,2	6,12	2,2	2,6	80,3	83,4	84,5	0,50	0,59	0,67	1,00	0,14364	12	54	120
10	7,5	160L	875	36,7	6,4	8,35	2,2	2,8	77,0	80,8	83,8	0,44	0,55	0,64	1,00	0,16519	8	54	127
12,5	9,2	180M	870	34,0	7,4	10,3	2,4	2,7	82,0	84,9	86,6	0,70	0,77	0,82	1,00	0,24822	10	54	150
15	11	180L	880	39,8	7,9	12,2	2,4	2,8	85,6	87,0	87,3	0,69	0,78	0,83	1,00	0,26201	8	54	163
20	15	180L	870	53,0	6,5	16,8	2,0	2,2	86,0	87,0	87,4	0,76	0,82	0,85	1,00	0,30338	6	54	177
25	18,5	200L	880	68,3	7,3	20,5	2,3	2,5	85,9	88,3	88,8	0,67	0,75	0,80	1,00	0,41258	12	56	235
30	22	225S/M	880	78,8	7,6	24,4	2,2	2,4	87,6	89,2	89,4	0,65	0,74	0,82	1,00	0,84723	9	60	330
40	30	225S/M	885	102	7,7	33,0	2,2	2,8	89,4	90,2	90,9	0,76	0,82	0,85	1,00	0,98843	9	60	360
50	37	250S/M	885	126	8,6	40,7	2,4	3,2	88,8	90,5	91,0	0,73	0,80	0,85	1,00	1,22377	8	60	425
60	45	250S/M	885	159	7,6	49,5	1,9	2,9	89,0	90,5	91,7	0,73	0,79	0,81	1,00	1,36497	9	60	449
75	55	280S/M	890	192	7,6	60,2	2,2	2,6	90,7	92,2	92,7	0,71	0,78	0,81	1,00	2,64298	12	63	644
*100	75	280S/M	890	269	7,8	82,1	2,1	3,0	89,0	91,5	92,6	0,66	0,75	0,79	1,00	3,10263	11	63	689
*125	90	315S/M	890	323	7,8	98,5	2,1	2,4	90,0	92,0	92,6	0,69	0,75	0,79	1,00	4,36667	16	66	888
*150	110	315S/M	890	394	7,8	120	2,0	2,6	90,0	92,2	92,8	0,62	0,74	0,79	1,00	5,28597	12	66	988

* Motores com sobrelevação de temperatura ΔT de 105K

1) Para obter a corrente em 380V, multiplicar por 0,577. Em 440V, multiplicar por 0,5.

2) Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

3) Carcaças 63 e 71: 220/380V ou 440V (ligação estrela).

Motor Trifásico para Bomba de Combustível



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo C_{max}/C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço F S	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										

4 Pólos - 60 Hz

1,00	0,75	EX-61G	1760	3,1	6,4	0,406	3,2	3,3	72	76	79	0,57	0,70	0,77	1,15	0,0061	10	56	22
0,75	1,00	EX-56	1740	3,8	7,4	0,41	3,3	3,3	67,0	72,0	74,0	0,50	0,62	0,71	1,00	0,00450	7	47,0	22

Para obter a corrente em 380V multiplicar por 0,577

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Trifásico tipo Motosserra



Potência		Carcaça	RPM	I_n (A)			Conjugado máximo C_{max}/C_n	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Peso aprox. (kg)
cv	kW			220V	230V	575V			

2 Pólos - 60 Hz

3	2,2	80S-MS	3500	10	9,6	3,8	3,7	7,3	43
5	3,7	80M-MS	3500	15	14	5,7	4,2	6,4	48
7,5	5,5	80L-MS	3510	21	20	8,0	4,8	9,2	58
10	7,5	90L-MS	3500	27	26	11	4,2	8,7	70

Para obter a corrente em 380V e em 440V, multiplicar a corrente em 220V por 0,577 e 0,5, respectivamente

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Trifásico para Bomba Monobloco



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p / I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p / C_n	Conjugado máximo C_{max} / C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

1,5	1,1	90S	3440	4,68	6,00	0,31	2,0	2,0	62,3	69,1	72,5	0,80	0,83	0,85	1,00	0,00157	7	68	26
2	1,5	90S	3420	6,11	5,70	0,42	2,2	2,4	65,0	70,4	74,9	0,74	0,83	0,86	1,15	0,00157	8	68	24
3	2,2	90S	3465	8,43	7,00	0,62	3,0	3,0	78,5	80,0	81,5	0,72	0,81	0,84	1,15	0,00206	5	68	20
4	3	90L	3460	10,9	7,50	0,83	3,0	3,5	81,5	82,5	84,0	0,70	0,80	0,86	1,15	0,00267	4	68	23
5	3,7	100L	3485	13,1	8,00	1,03	2,5	2,7	79,0	82,0	84,5	0,74	0,82	0,88	1,15	0,00561	6	71	31
6	4,5	112M	3480	16,1	7,10	1,23	2,2	2,9	82,8	84,0	84,3	0,76	0,84	0,87	1,15	0,00727	5	68	40
7,5	5,5	112M	3500	19,2	8,00	1,53	2,6	3,4	84,0	86,5	86,5	0,73	0,80	0,87	1,15	0,00842	8	68	43
10	7,5	132S	3510	25,7	7,00	2,04	2,2	2,8	84,0	86,5	87,0	0,77	0,85	0,88	1,15	0,02056	6	72	58
12,5	9,2	132M	3510	31,0	8,60	2,55	2,2	3,0	85,8	87,2	87,5	0,82	0,86	0,89	1,15	0,02430	4	72	67
15	11	132M	3525	36,2	8,50	3,05	2,6	3,5	87,5	89,5	89,5	0,78	0,85	0,89	1,15	0,02804	5	72	74
20	15	160M	3540	50,3	7,50	4,05	2,3	3,0	88,2	90,7	91,0	0,75	0,84	0,86	1,15	0,04707	9	75	118
25	18,5	160M	3525	61,0	8,00	5,08	2,7	3,0	89,5	90,5	90,5	0,78	0,85	0,88	1,15	0,05295	8	75	126
30	22	180M	3540	71,8	8,30	6,07	2,6	2,6	83,5	87,8	89,4	0,86	0,89	0,90	1,15	0,12209	8	75	161
40	30	200M	3560	98,3	7,80	8,04	3,4	3,0	87,0	90,0	91,0	0,82	0,85	0,88	1,15	0,17042	11	79	192
50	37	200L	3560	121	7,60	10,1	2,9	2,5	89,0	91,1	92,2	0,80	0,85	0,87	1,15	0,20630	11	79	242
60	45	225S/M	3560	143	7,50	12,1	2,6	3,0	86,5	90,0	91,0	0,84	0,89	0,91	1,00	0,30495	17	83	366
75	55	225S/M	3555	173	8,10	15,1	2,5	2,7	89,0	91,3	92,5	0,85	0,88	0,90	1,00	0,39465	13	83	384
100	75	250S/M	3560	232	9,30	20,1	3,1	3,3	90,0	92,1	93,1	0,85	0,90	0,91	1,00	0,50228	8	85	454

4 Pólos - 60 Hz

1	0,75	90S	1720	3,85	5,80	0,42	2,3	2,6	58,0	64,0	69,0	0,54	0,67	0,74	1,15	0,00336	5	51	19
1,5	1,1	90S	1710	5,38	6,00	0,63	2,5	2,8	64,0	70,0	71,5	0,56	0,68	0,75	1,15	0,00336	5	51	24
2	1,5	90S	1720	6,47	6,80	0,83	3,2	3,2	75,0	77,5	78,0	0,57	0,69	0,78	1,15	0,00448	6	51	19
3	2,2	90L	1710	8,57	6,80	1,26	2,6	3,0	78,0	79,0	79,3	0,70	0,80	0,85	1,15	0,00673	5	51	23
4	3	100L	1730	11,6	7,50	1,66	2,5	3,3	76,8	80,0	82,7	0,63	0,75	0,82	1,15	0,00766	6	54	31
5	3,7	100L	1730	13,8	7,50	2,07	3,0	3,1	81,7	83,3	84,6	0,68	0,80	0,83	1,15	0,00995	7	54	33
6	4,5	112M	1730	16,3	7,40	2,48	2,3	2,7	83,2	84,0	84,2	0,72	0,81	0,86	1,15	0,01607	7	58	41
7,5	5,5	132S	1760	19,9	8,00	3,05	2,1	2,6	80,3	84,8	86,2	0,73	0,80	0,84	1,15	0,03489	6	61	63
10	7,5	132S	1760	26,3	7,80	4,07	2,3	3,0	86,0	87,0	89,0	0,66	0,78	0,84	1,15	0,04652	5	61	58
12,5	9,2	132M	1755	32,0	8,30	5,10	2,5	2,9	85,8	87,5	87,7	0,65	0,78	0,86	1,15	0,05040	4	61	66
15	11	132M	1755	38,0	8,30	6,12	2,3	2,8	86,8	88,2	88,3	0,70	0,81	0,86	1,15	0,05815	4	61	70
20	15	160M	1760	52,8	6,00	8,14	2,2	2,3	88,0	89,3	89,8	0,69	0,79	0,83	1,15	0,08030	9	66	115
25	18,5	180M	1760	64,4	7,50	10,2	2,6	2,4	84,6	88,3	89,7	0,78	0,84	0,84	1,15	0,16146	9	68	150
30	22	180M	1765	73,8	7,60	12,2	3,0	2,6	89,0	90,4	91,0	0,75	0,83	0,86	1,15	0,16146	9	68	150
40	30	200M	1770	102	6,60	16,2	2,3	2,5	89,5	90,5	91,0	0,74	0,82	0,85	1,15	0,27580	14	71	211
50	37	200L	1770	123	6,60	20,2	2,3	2,4	90,2	91,7	91,7	0,76	0,83	0,86	1,15	0,33096	12	71	244
60	45	225S/M	1775	143	6,50	24,2	2,3	2,5	89,7	91,2	91,6	0,81	0,87	0,90	1,00	0,52490	15	75	330
75	55	225S/M	1770	175	7,40	30,3	2,2	2,7	90,3	91,7	91,9	0,84	0,88	0,90	1,00	0,69987	11	75	379
100	75	250S/M	1775	245	8,80	40,3	3,2	3,2	90,0	92,0	92,5	0,70	0,80	0,87	1,00	0,97982	6	75	442

- 1) Para obter a corrente em 380V, multiplicar por 0,577. Em 440V, multiplicar por 0,5.
 2) Os valores apresentados estão sujeitos a alteração sem prévio aviso.

Motor Trifásico NEMA 56



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo $C_{máx}/C_n$	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

1/4	0,18	A56	3500	1,15	5,3	0,05	2,7	3,0	48,0	54,0	58,0	0,54	0,63	0,70	1,35	0,0009	20	50	9,0
1/3	0,25	A56	3500	1,60	6,3	0,07	2,6	2,9	49,0	54,0	59,0	0,55	0,63	0,70	1,35	0,0010	56	50	10,0
1/2	0,37	A56	3480	2,20	6,6	0,10	2,4	3,0	48,0	56,0	61,0	0,57	0,67	0,74	1,25	0,0012	45	50	10,0
3/4	0,55	B56	3460	2,75	6,5	0,15	2,4	2,8	56,0	62,0	66,0	0,62	0,72	0,80	1,25	0,0014	35	50	11,0
1.0	0,75	B56	3475	3,55	7,0	0,21	2,5	2,9	60,0	65,0	69,0	0,64	0,73	0,81	1,25	0,0017	23	50	12,0
1 1/2	1,1	D56	3410	5,00	6,0	0,31	2,3	2,6	63,0	67,0	71,2	0,66	0,78	0,82	1,15	0,0019	19	50	13,0
2.0	1,5	D56	3415	5,90	6,5	0,43	2,5	2,8	71,0	74,0	75,0	0,76	0,85	0,89	1,15	0,0026	17	50	15,0
3.0	2,2	F56H	3400	4,50	7,0	0,63	2,6	2,8	74,0	76,0	77,0	0,77	0,85	0,89	1,15	0,0031	11	50	17,0

4 Pólos - 60 Hz

1/4	0,18	A56	1725	1,20	5,8	0,10	2,2	2,7	50,0	57,0	62,0	0,50	0,58	0,65	1,35	0,0023	29	50	9,0
1/3	0,25	A56	1745	1,60	5,0	0,14	2,2	2,8	52,0	58,0	65,0	0,50	0,57	0,65	1,35	0,0023	37	50	10,0
0.50	0,37	A56	1735	1,10	5,5	0,21	2,1	2,4	56,0	64,0	67,0	0,51	0,62	0,69	1,25	0,0031	29	50	11,0
3/4	0,55	B56	1740	3,00	6,0	0,31	2,2	2,7	58,0	66,0	69,0	0,52	0,62	0,70	1,25	0,0038	28	50	12,0
1.0	0,75	B56	1725	3,85	5,0	0,42	2,2	2,5	60,0	67,0	71,0	0,54	0,66	0,73	1,15	0,0042	24	50	12,0
1 1/2	1,1	D56	1720	5,00	5,5	0,62	2,0	2,2	70,0	74,0	75,0	0,58	0,70	0,77	1,15	0,0054	13	50	15,0
2.0	1,5	F56H	1720	6,60	6,0	0,85	2,3	2,6	69,0	73,0	75,0	0,60	0,72	0,79	1,15	0,0061	10	50	18,0

6 Pólos - 60 Hz

0,50	0,37	B56	1160	2,68	5,7	0,30	2,5	2,5	60,0	68,0	71,0	0,34	0,43	0,51	1,15	0,00462	21	50	18
------	------	-----	------	------	-----	------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	---------	----	----	----

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motores Monofásicos NEMA 48 e 56



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo $C_{máx}/C_n$	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

1/8	0,09	B48	3500	1,50	5,5	0,02	3,5	3,5	30,0	35,6	42,0	0,60	0,66	0,72	1,40	0,0005	6	50	6,7
1/6	0,12	B48	3485	1,60	5,0	0,03	3,1	3,2	39,0	42,0	45,0	0,65	0,68	0,74	1,40	0,0005	6	50	7,0
1/4	0,18	B48	3410	2,00	5,5	0,05	3,5	3,5	42,0	48,0	54,6	0,62	0,71	0,77	1,35	0,0006	6	50	8,0
1/3	0,25	C48	3480	3,00	5,5	0,07	3,4	3,0	48,0	53,0	55,7	0,51	0,62	0,66	1,35	0,0008	6	50	9,0
1/2	0,37	C48	3465	3,55	6,0	0,10	3,5	3,0	48,0	54,0	60,3	0,56	0,64	0,78	1,25	0,0010	6	50	10,0
3/4	0,55	B56	3535	5,75	5,9	0,15	3,0	3,0	47,0	54,0	59,0	0,61	0,68	0,74	1,25	0,0015	6	50	13,0
1.0	0,75	D56	3520	7,30	7,0	0,21	3,0	3,0	53,0	58,0	63,5	0,52	0,63	0,72	1,25	0,0018	6	50	15,0
1 1/2	1,1	D56	3500	9,40	6,6	0,31	2,7	2,6	59,0	64,0	68,3	0,63	0,71	0,78	1,15	0,0022	6	50	16,0
2.0	1,5	F56H	3510	11,50	8,0	0,42	2,6	2,5	63,5	69,0	74,8	0,61	0,72	0,75	1,15	0,0091	6	50	20,0
3.0	2,2	G56H	3470	15,70	7,0	0,62	2,3	2,8	70,0	73,0	75,0	0,69	0,80	0,85	1,00	0,0031	6	50	22,0

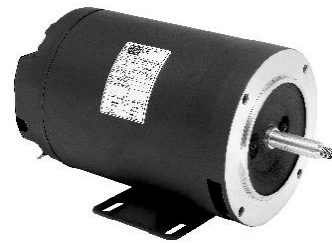
4 Pólos - 60 Hz

1/8	0,09	B48	1740	1,60	4,7	0,05	3,3	3,2	35,0	45,0	49,0	0,41	0,48	0,54	1,40	0,0011	6	48	6,7
1/6	0,12	B48	1750	2,00	4,8	0,06	3,6	3,0	41,0	48,8	53,5	0,41	0,49	0,54	1,35	0,0012	6	48	7,5
1/4	0,18	B48	1745	2,70	4,7	0,10	3,5	3,2	42,0	50,0	55,0	0,48	0,50	0,56	1,35	0,0013	6	48	9,0
1/3	0,25	C48	1745	3,30	5,0	0,14	3,6	3,3	45,0	52,0	57,0	0,50	0,53	0,59	1,35	0,0017	6	48	10,0
1/2	0,37	C48	1720	4,20	5,3	0,21	3,5	2,8	52,0	60,0	64,5	0,45	0,56	0,62	1,25	0,0020	6	48	11,0
3/4	0,55	D56	1750	6,30	5,5	0,31	3,3	2,8	53,0	61,0	64,5	0,46	0,56	0,62	1,25	0,0046	6	48	14,0
1.0	0,75	D56	1730	7,85	5,2	0,42	2,8	2,6	54,0	62,0	64,6	0,49	0,60	0,66	1,15	0,0057	6	48	16,0
1 1/2	1,1	F56H	1730	11,00	6,0	0,62	2,8	2,6	59,0	66,0	68,0	0,50	0,61	0,68	1,15	0,0010	6	53	20,0
2.0	1,5	G56H	1720	12,50	6,4	0,85	2,7	2,6	67,0	72,0	76,0	0,50	0,62	0,70	1,00	0,0092	6	53	21,0

Para obter a corrente em 110V multiplicar por 2

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Trifásico Jet Pump



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo C_{max}/C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

1/3	0,25	A56	3500	1,60	6,3	0,07	2,6	2,9	49,0	54,0	59,0	0,55	0,63	0,70	1,75	0,0010	9	45	10,0
1/2	0,37	A56	3480	2,20	6,6	0,10	2,4	3,0	48,0	56,0	61,0	0,57	0,67	0,74	1,60	0,0012	7	50	10,0
3/4	0,55	B56	3460	2,75	6,5	0,15	2,4	2,8	56,0	62,0	66,0	0,62	0,72	0,80	1,50	0,0014	7	50	11,0
1.0	0,75	B56	3475	3,55	7,0	0,21	2,5	2,9	60,0	65,0	69,0	0,64	0,73	0,81	1,40	0,0017	5	50	12,0
1 1/2	1,1	D56	3410	5,00	6,0	0,31	2,3	2,6	63,0	67,0	71,2	0,66	0,78	0,82	1,30	0,0019	9	50	13,0
2.0	1,5	D56	3415	5,90	6,5	0,43	2,5	2,8	71,0	74,0	75,0	0,76	0,85	0,89	1,20	0,0026	8	50	15,0
3.0	2,2	F56H	3400	4,50	7,0	0,63	2,6	2,8	74,0	76,0	77,0	0,77	0,85	0,89	1,15	0,0031	9	55	17,0

Para obter a corrente em 110V multiplicar por 2

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Monofásico Jet Pump Capacitor de Partida



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo C_{max}/C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço FS	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

1/8	0,09	B48	3500	1,50	5,5	0,02	3,5	3,5	30,0	35,6	42,0	0,60	0,66	0,72	1,40	0,0005	6	50	6,7
1/6	0,12	B48	3485	1,60	5,0	0,03	3,1	3,2	39,0	42,0	45,0	0,65	0,68	0,74	1,40	0,0005	6	50	7,0
1/4	0,18	56	3410	2,00	5,5	0,05	3,5	3,5	42,0	48,0	54,6	0,62	0,71	0,77	1,75	0,0006	6	50	8,0
1/3	0,25	C56	3480	3,00	5,5	0,07	3,4	3,0	48,0	53,0	55,7	0,51	0,62	0,66	1,75	0,0008	6	50	9,0
1/2	0,37	C56	3465	3,55	6,0	0,10	3,5	3,0	48,0	54,0	60,3	0,56	0,64	0,78	1,60	0,0010	6	50	10,0
3/4	0,55	B56	3535	5,75	5,9	0,15	3,0	3,0	47,0	54,0	59,0	0,61	0,68	0,74	1,50	0,0015	6	50	13,0
1.0	0,75	D56	3520	7,30	7,0	0,21	3,0	3,0	53,0	58,0	63,5	0,52	0,63	0,72	1,40	0,0018	6	50	15,0
1 1/2	1,1	D56	3500	9,40	6,6	0,31	2,7	2,6	59,0	64,0	68,3	0,63	0,71	0,78	1,30	0,0022	6	50	16,0
2.0	1,5	F56H	3510	11,50	8,0	0,42	2,6	2,5	63,5	69,0	74,8	0,61	0,72	0,75	1,20	0,0091	6	55	20,0
3.0	2,2	G56H	3470	15,70	7,0	0,62	2,3	2,8	70,0	73,0	75,0	0,69	0,80	0,85	1,15	0,0031	6	55	22,0

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Monofásico Capacitor Permanente



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo $C_{máx}/C_n$	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço F S	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

0,12	0,09	63	3410	2,2	3,6	0,03	0,6	3,5	32	39	45	0,75	0,8	0,86	1,15	0,00001	6	60	7
0,16	0,12	63	3420	3	3,6	0,03	0,6	3,5	30	40	43	0,8	0,86	0,9	1,15	0,00001	6	60	7
0,25	0,18	63	3465	3,6	4	0,05	0,6	3,3	37	46	50	0,9	0,93	0,95	1,15	0,00001	6	60	8
0,33	0,25	63	3460	4	5	0,07	0,6	3,5	42	52	58	0,87	0,92	0,95	1,15	0,00002	6	60	9

4 Pólos - 60 Hz

0,12	0,09	63	1670	1,86	2,4	0,05	0,8	1,9	37	40	45,5	0,85	0,9	0,98	1,15	0,00004	6	60	7
0,16	0,12	63	1640	2,85	2,5	0,07	0,8	1,8	35	45	50	0,9	0,93	0,95	1,15	0,00005	6	60	7
0,25	0,18	63	1700	3,2	3	0,1	0,6	1,8	40	48	55	0,89	0,9	0,93	1,15	0,00006	6	60	8
0,33	0,25	71	1630	5,2	2,6	0,15	0,6	1,6	35	43	50	0,8	0,86	0,86	1,15	0,00005	6	60	9
0,5	0,37	71	1610	6,6	2,9	0,22	0,6	2	45	52	58	0,74	0,82	0,87	1,15	0,00006	6	60	10
0,75	0,55	80	1700	10	3,7	0,32	0,4	1,8	48	55	60	0,75	0,83	0,85	1,15	0,00024	6	60	15

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Monofásico Jet Pump Split-phase



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo $C_{máx}/C_n$	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço F S	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

1/8	0,09	56	3430	1,50	5,5	0,02	2,0	3,5	34,0	36,0	39,0	0,59	0,63	0,75	1,75	0,0003	6	50	6,3
1/6	0,12	56	3430	1,70	6,5	0,03	2,0	3,5	36,0	39,0	41,0	0,60	0,64	0,76	1,60	0,0004	6	50	6,3
1/4	0,18	56	3400	2,20	5,5	0,05	1,8	3,5	40,0	45,0	50,0	0,68	0,72	0,76	1,60	0,0006	6	50	6,8
1/3	0,25	C56	3420	2,70	6,0	0,07	1,6	3,5	39,0	46,0	52,0	0,61	0,70	0,78	1,60	0,0008	6	50	7,4
1/2	0,37	E56	3430	3,60	6,0	0,10	1,8	3,6	46,0	55,0	60,0	0,60	0,69	0,77	1,50	0,0010	6	50	8,6
3/4	0,55	E56	3440	5,50	6,0	0,15	1,5	3,3	54,6	62,5	65,4	0,50	0,60	0,70	1,40	0,0015	6	50	10,0
1.0	0,75	L56	3440	7,00	6,7	0,21	1,5	3,0	59,0	64,0	66,0	0,53	0,64	0,72	1,10	0,0018	6	50	11,0

Para obter a corrente em 110V multiplicar por 2

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Monofásico IP55

Uso Rural



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo C_{max}/C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço F S	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

1/4	0,18	63	3430	2,10	4,5	0,052	2,6	2,7	42,0	48,0	55,0	0,59	0,66	0,72	1,15	0,0002	6,0	58,0	8,0
1/3	0,25	63	3450	3,7	5,0	0,068	2,5	2,7	36,0	44,0	49,0	0,58	0,61	0,63	1,15	0,0003	6,0	58,0	10,0
1/2	0,37	71	3485	4,00	5,2	0,102	2,3	3,0	43,0	50,0	55,0	0,60	0,69	0,76	1,15	0,0007	6,0	60,0	12,0
3/4	0,55	80	3510	5,60	5,7	0,152	2,3	2,7	48,0	53,0	60,0	0,67	0,71	0,76	1,15	0,0010	6,0	60,0	14,0
1,0	0,75	80	3500	7,00	6,8	0,204	2,2	2,6	60,0	65,0	67,0	0,52	0,65	0,72	1,15	0,0012	6,0	60,0	18,0
1,5	1,1	90S	3535	7,60	7,7	0,303	2,6	2,8	72,0	75,4	77,6	0,79	0,82	0,85	1,15	0,0020	6,0	62,0	26,0
2,0	1,5	90L	3535	10,0	7,2	0,405	3,0	2,6	71,0	73,0	74,4	0,78	0,86	0,90	1,15	0,0024	6,0	62,0	29,0
3,0	2,2	100L	3480	14,0	7,2	0,617	2,8	2,6	72,5	77,0	78,8	0,81	0,87	0,91	1,15	0,0064	6,0	63,0	32,0
4,0	3,0	W112M	3480	18,0	6,5	0,822	2,6	2,5	74,0	78,0	80,0	0,82	0,89	0,93	1,15	0,0072	6,0	63,0	36,0
5,0	3,7	112M	3490	22,0	7,0	1,02	2,8	2,8	77,0	79,0	87,0	0,90	0,94	0,95	1,15	0,0084	6,0	68,0	48,0
7,5	5,5	W132S	3480	32,0	6,5	1,13	2,2	2,6	81,0	83,0	84,0	0,92	0,93	0,94	1,15	0,0104	6,0	68,0	54,0
10,0	7,5	132M	3500	40,0	6,2	2,04	1,8	2,5	84,5	85,5	86,2	0,94	0,95	0,97	1,15	0,0243	6,0	70,0	72,0
*12,5	9,2	132M	3500	50,0	7,5	2,55	1,7	2,9	86,0	88,0	90,0	0,90	0,91	0,93	1,15	0,0317	6,0	70,0	81,0

4 Pólos - 60 Hz

1/6	0,12	63	1710	1,80	4,5	0,069	2,0	1,8	35,0	39,0	43,0	0,60	0,64	0,70	1,25	0,0004	6,0	53,0	8,0
1/4	0,18	71	1725	3,00	4,7	0,103	3,5	2,5	34,0	40,0	44,0	0,48	0,56	0,62	1,15	0,0006	6,0	52,0	10,0
1/3	0,25	71	1720	3,80	4,0	0,137	2,8	2,0	39,0	44,0	76,0	0,47	0,55	0,62	1,15	0,0009	6,0	52,0	11,0
1/2	0,37	80	1750	4,50	5,5	0,204	2,3	2,6	51,0	55,0	58,0	0,57	0,61	0,64	1,15	0,0027	6,0	53,0	16,0
3/4	0,55	80	1740	6,5	5,5	0,308	2,0	2,2	54,0	60,0	62,0	0,52	0,60	0,66	1,15	0,0030	6,0	53,0	18,0
1,0	0,75	80	1720	6,25	5,0	0,416	2,0	2,0	63,0	67,0	68,6	0,63	0,70	0,78	1,15	0,0037	6,0	53,0	20,0
1,0	0,75	90S	1760	6,00	8,2	0,406	3,0	2,5	62,0	66,0	68,0	0,75	0,79	0,82	1,15	0,0039	6,0	55,0	27,0
1,5	1,1	90L	1760	7,50	8,5	0,610	2,8	2,9	66,0	72,0	75,2	0,77	0,85	0,89	1,15	0,0052	6,0	55,0	30,0
2,0	1,5	100L	1725	10,5	6,0	0,830	2,6	2,5	66,0	71,0	72,4	0,77	0,84	0,88	1,15	0,0084	6,0	57,0	39,0
3,0	2,2	W112M	1750	14,0	7,0	1,22	2,4	2,8	70,0	76,0	78,8	0,85	0,88	0,91	1,15	0,0100	6,0	57,0	40,0
4,0	3,0	112M	1745	19,0	7,1	1,64	2,9	2,6	74,0	79,0	80,0	0,81	0,88	0,90	1,15	0,0183	6,0	54,0	52,0
5,0	3,7	W132S	1745	22,0	7,5	2,05	3,2	2,7	77,0	80,0	82,0	0,85	0,91	0,93	1,15	0,0187	6,0	54,0	55,0
7,5	5,5	132M	1730	33,5	6,5	3,10	3,2	2,5	77,0	80,0	81,4	0,85	0,90	0,92	1,15	0,0380	6,0	58,0	65,0
10,0	7,5	132M	1740	42,0	6,5	4,11	2,5	2,4	78,0	81,5	82,0	0,95	0,96	0,97	1,15	0,0500	6,0	58,0	76,0
*12,5	9,2	132M	1740	50,0	7,0	5,14	2,2	2,4	79,0	84,0	85,3	0,95	0,96	0,98	1,15	0,0558	6,0	71,0	90,0

* Isolamento classe "F"

- 1) Motores até 3 cv podem ser fornecidos em 110/220 V. Acima de 3 cv somente nas tensões de 220/440 V ou 254/508 V
- 2) Para obter a corrente em 110 V multiplicar por 2; em 440 V multiplicar por 0,5; em 254 V multiplicar por 0,866; em 508 V multiplicar por 0,433.
- 3) Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Motor Monofásico Jet Pump com flange incorporada

Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo C_{max}/C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$			Fator de serviço F S	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	kW								% da potência nominal										
									50	75	100	50	75	100					

2 Pólos - 60 Hz

1/4	0,18	W48	3480	2,20	5,5	0,05	2,4	3,0	42,0	50,0	54,1	0,54	0,63	0,70	1,75	0,0003	6	60	8,5
1/3	0,25	W48	3490	3,00	5,5	0,06	2,5	3,0	44,0	52,0	61,3	0,48	0,56	0,61	1,75	0,0004	6	60	9,5
1/3	0,25	W56	3480	3,00	5,5	0,06	3,5	3,2	45,0	56,0	60,0	0,52	0,58	0,62	1,75	0,0008	6	60	9,5
1/2	0,37	W48	3480	4,00	5,5	0,10	2,7	2,7	52,0	61,0	64,5	0,49	0,58	0,65	1,60	0,0005	6	60	10,5
1/2	0,37	W56	3470	3,50	6,0	0,10	3,0	2,7	58,5	62,5	65,5	0,58	0,67	0,72	1,60	0,0010	6	60	10,5
3/4	0,55	W56	3480	5,55	5,5	0,15	2,8	3,0	58,0	65,0	68,0	0,46	0,57	0,66	1,50	0,0010	6	60	12,0
1,0	0,75	W56	3480	7,00	6,4	0,20	3,0	3,0	55,0	63,0	67,0	0,52	0,60	0,71	1,40	0,0013	6	60	13,0
1 1/2	1,1	E56	3490	9,00	6,0	0,30	2,6	2,5	68,0	72,0	74,0	0,68	0,73	0,77	1,30	0,0013	6	60	16,0
2,0	1,5	E56	3500	11,00	7,0	0,40	2,8	2,7	72,0	76,0	77,5	0,58	0,67	0,72	1,20	0,0024	6	60	19,0
3,0	2,2	E56	3480	16,00	7,0	0,61	2,0	2,2	76,0	78,0	79,0	0,65	0,75	0,80	1,15	0,0030	6	60	22,0

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.

Mini Motores para Movimentação de ar



Modelo (cv)	Hélice			Tensão (V)	Frequência (Hz)	Ponto de carga nominal			Potência útil (W)	Corrente de partida (A)	Classe de isolação	Peso (kg)
	Diâmetro	Material	Tipo			Rotação	Corrente	Potência absorvida				
						(rpm)	(A)	(W)				
1/40	8"	Alumínio	Exaustora	115	60	1550	0,56	42	8,5	0,69	B	0,9245
		Alumínio	Exaustora	115/230	60	1550	0,56/0,28	42	8,5	0,69/0,35	B	0,9245
		Alumínio	Exaustora	220	50/60	1330/1540	0,30/0,25	44/41	6,4/8,2	0,37/0,33	B	0,9245
		Nylon	Exaustora	115	60	1550	0,56	42	8,5	0,69	B	0,9036
		Nylon	Exaustora	115/230	60	1550	0,56/0,28	42	8,5	0,69/0,35	B	0,9036
		Nylon	Exaustora	220	50/60	1330/1540	0,30/0,25	44/41	6,4/8,2	0,37/0,33	B	0,9036
		Alumínio	Sopradora	115	60	1540	0,50	39	7,6	0,61	B	0,9245
		Alumínio	Sopradora	115/230	60	1540	0,50/0,25	39	7,6	0,61/0,30	B	0,9245
		Alumínio	Sopradora	220	50/60	1320/1510	0,25/0,25	39/37	5,9/7,5	0,34/0,30	B	0,9245
		Nylon	Sopradora	115	60	1540	0,50	39	7,6	0,61	B	0,9036
		Nylon	Sopradora	115/230	60	1540	0,50/0,25	39	7,6	0,61/0,30	B	0,9036
		Nylon	Sopradora	220	50/60	1320/1510	0,25/0,25	39/37	5,9/7,5	0,34/0,30	B	0,9036
1/25	10"	Alumínio	Exaustora	115	60	1490	1,10	97	28,5	1,61	B	1,4978
		Alumínio	Exaustora	115/230	60	1490	1,10/0,55	97	28,5	1,61/0,81	B	1,4978
		Alumínio	Exaustora	220	50/60	1300/1460	0,60/0,55	94/88	19,5/23,2	0,89/0,74	B	1,4978
		Nylon	Exaustora	115	60	1490	1,10	97	28,5	1,61	B	1,4942
		Nylon	Exaustora	115/230	60	1490	1,10/0,55	97	28,5	1,61/0,81	B	1,4942
		Nylon	Exaustora	220	50/60	1300/1460	0,60/0,55	94/88	19,5/23,2	0,89/0,74	B	1,4942
		Alumínio	Sopradora	115	60	1470	0,95	80	21,3	1,31	B	1,4978
		Alumínio	Sopradora	115/230	60	1470	0,95/0,48	80	21,3	1,31/0,65	B	1,4978
		Alumínio	Sopradora	220	50/60	1300/1440	0,50/0,45	78/74	16,1/20,5	0,73/0,62	B	1,4978
		Nylon	Sopradora	115	60	1470	0,95	80	21,3	1,31	B	1,4942
		Nylon	Sopradora	115/230	60	1470	0,95/0,48	80	21,3	1,31/0,65	B	1,4942
		Nylon	Sopradora	220	50/60	1300/1440	0,50/0,45	78/74	16,1/20,5	0,73/0,62	B	1,4942
1/30	-	-	-	115	60	1550	1,10	82	23,6	1,39	B	1,1514
		-	-	115/230	60	1550	1,10/0,55	82	23,6	1,39/0,69	B	1,1514
		-	-	220	50/60	1350/1540	0,58/0,51	76/70	16,6/21,4	0,76/0,66	B	1,1514

Os valores apresentados estão sujeitos à alteração sem aviso prévio.



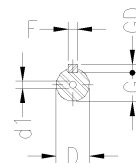
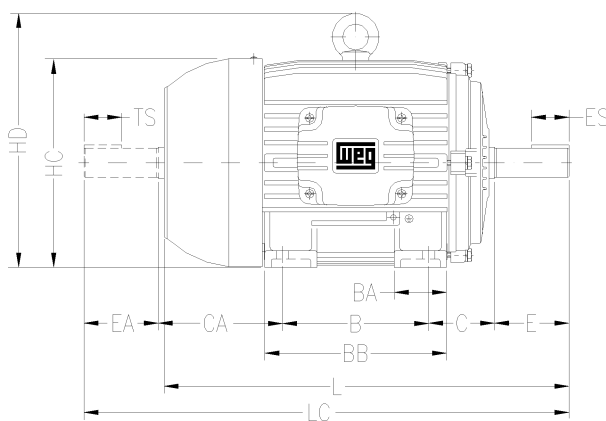
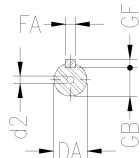
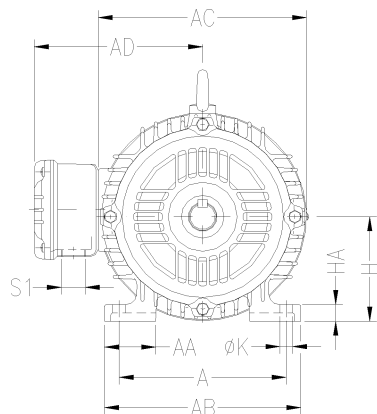
Características Mecânicas

Motor Trifásico IP55

Motor Trifásico de Alto Rendimento Plus

Motor Trifásico Não Acendível

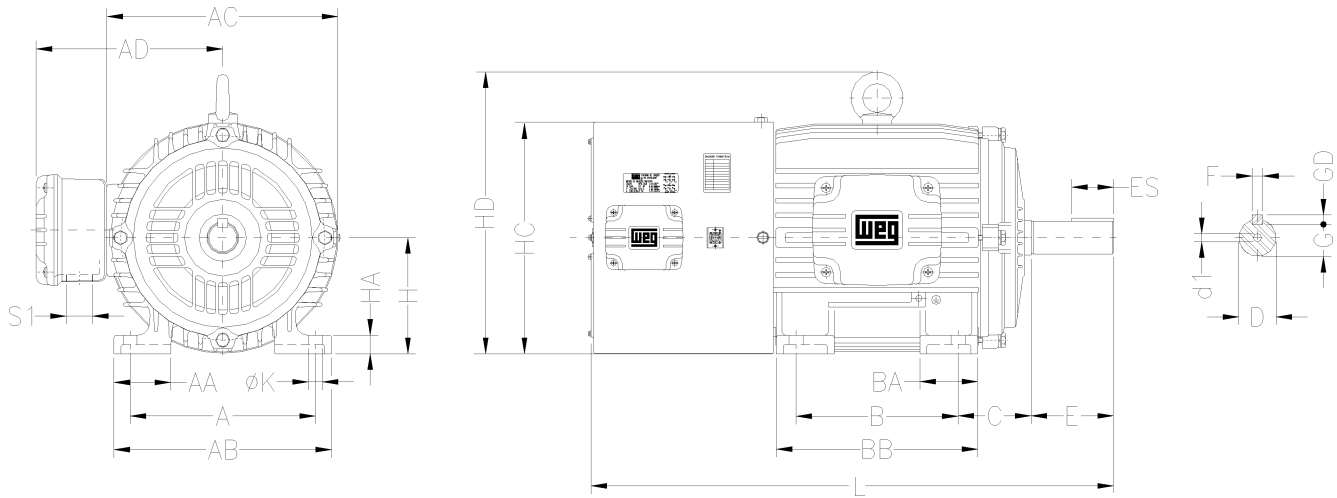
Motor Trifásico Dahlander



Carcaça	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	Ponta de eixo dianteira							Ponta de eixo traseira						H	HA	HC	HD	K	L	LC	S1	d1	d2	Rolamentos						
											D	E	ES	F	G	GD	DA	EA	TS	FA	GB	GF	DA											EA	TS	FA	GB	GF	Diant.	Tras.
											8	7	8	8	8	110	80	14	42,5	9	110	80	14											42,5	9	110	80	14	42,5	9
63	100	21	116	125	113	80	22	95	40	78	11j6	23	14	4	8,5	4	9j6	20	12	3	7,2	3	63	8	124	-	7	216	241	180	A3.15	-	6201-ZZ	-						
71	112	30	132	141	121	90	38	113,5	45	88	14j6	30	18	5	11	5	11j6	23	14	4	8,5	4	71	12	139	-	7	248	276	180	A3.15	-	6203-ZZ	6202-ZZ						
80	125	35	149	159	130	100	40	125,5	50	93	19j6	40	28	6	15,5	6	14j6	30	18	5	11	80	13	157	-	10	276	313	180	A3.15	-	6204-ZZ	6203-ZZ							
90S	140	38	164	179	150	125	42	131	56	104	24j6	50	36	8	20	7	16j6	40	28	5	13	90	15	177	-	10	304	350	180	A3.15	-	6205-ZZ	6204-ZZ							
90L	140	38	164	179	150	125	42	131	56	104	24j6	50	36	8	20	7	16j6	40	28	5	13	90	15	177	-	10	329	375	180	A3.15	-	6206-ZZ	6205-ZZ							
100L	160	49	188	199	160	140	50	173	63	118	28j6	60	45	8	24	8	22j6	50	36	6	18,5	6	100	16	198	-	12	376	431	180	A3.15	-	6206-ZZ	6205-ZZ						
112M	190	48	220	222	180	140	50	177	70	128	28j6	60	45	8	24	8	24j6	50	36	6	20	112	18,5	235	280	12	393	448	180	A3.15	-	6307-ZZ	6206-ZZ							
132S	216	51	248	270	207	178	55	187	89	150	38k6	80	63	10	33	8	28j6	60	45	8	24	132	20	274	319	12	452	519	180	A4	-	6308-ZZ	6207-ZZ							
132M	216	51	248	270	207	178	55	187	89	150	38k6	80	63	10	33	8	28j6	60	45	8	24	132	20	274	319	12	490	557	180	A4	-	6309-ZZ	6207-ZZ							
160M	254	64	308	312	250	210	65	254	108	174	42k6	110	80	12	37	8	42k6	110	80	12	37	160	22	317	370	14,5	598	712	180	A4	-	6309-C3	6209-ZC3							
160L	254	64	308	312	250	210	65	254	108	174	42k6	110	80	12	37	8	42k6	110	80	12	37	160	22	317	370	14,5	642	756	180	A4	-	6311-C3	6211-ZC3							
180M	279	80	350	358	270	241	75	294	121	200	48k6	110	80	14	42,5	9	48k6	110	80	14	42,5	9	180	28	360	413	14,5	664	782	180	A4	-	6311-C3	6211-ZC3						
180L	279	80	350	358	270	241	75	294	121	200	48k6	110	80	14	42,5	9	48k6	110	80	14	42,5	9	180	28	360	413	14,5	702	820	180	A4	-	6311-C3	6211-ZC3						
200M	318	82	385	396	294	267	85	332	133	222	55m6	110	80	16	49	10	55m6	110	80	16	49	200	30	402	464	18,5	729	842	180	A4	-	6312-C3	6212-ZC3							
200L	318	82	385	396	294	267	85	332	133	222	55m6	110	80	16	49	10	55m6	110	80	16	49	200	30	402	464	18,5	767	880	180	A4	-	6312-C3	6212-ZC3							
225S/M	356	80	436	476	368	286	105	391	149	280	55m6*	140	125	18	53	11	55m6*	140	125	18	53	225	34	466	537	18,5	817	935	180	A4	-	6314-C3	-							
225S/M	356	80	436	476	368	286	105	391	149	280	55m6*	140	125	18	53	11	55m6*	140	125	18	53	225	34	466	537	18,5	847	995	180	A4	-	6314-C3	-							
250S/M	406	100	506	557	463	311	138	449	168	312	60m6*	140	125	18	53	11	60m6*	140	125	18	53	250	42	562	668	24	923	1071	180	A4	-	6316-C3	-							
250S/M	406	100	506	557	463	311	138	449	168	312	60m6*	140	125	18	53	11	60m6*	140	125	18	53	250	42	562	668	24	923	1071	180	A4	-	6316-C3	-							
280S/M	457	120	628	600	492	368	142	510	190	350	65m6*	140	125	20	67,5	12	65m6*	140	125	18	58	280	52	613	703	28	1036	1188	180	A4	-	6316-C3	-							
280S/M	457	120	628	600	492	368	142	510	190	350	65m6*	140	125	20	67,5	12	65m6*	140	125	18	58	280	52	613	703	28	1036	1188	180	A4	-	6316-C3	-							
315S/M	508	182	630	698	590	406	152	558	216	376	65m6*	140	125	18	58	11	60m6*	140	125	18	58	315	52	613	703	28	1126	1278	180	A4	-	6319-C3	6316-C3							
315S/M	508	182	630	698	590	406	152	558	216	376	65m6*	140	125	18	58	11	60m6*	140	125	18	58	315	52	613	703	28	1156	1308	180	A4	-	6319-C3	6316-C3							
315B	508	182	630	698	590	406	152	558	216	376	65m6*	140	125	18	58	11	60m6*	140	125	18	58	315	52	613	703	28	1500	-	180	A4	-	6314-C3	-							
315B	508	182	630	698	590	406	152	558	216	376	65m6*	140	125	18	58	11	60m6*	140	125	18	58	315	52	613	703	28	1570	-	180	A4	-	6314-C3	-							
355M/L	610	140	750	816	680	560	200	760	254	458	65m6*	140	125	18	58	11	60m6*	140	125	18	53	355	50	725	834	28	1396	1561	180	A4	-	6319-C3	6319-C3							
355M/L	610	140	750	816	680	560	200	760	254	458	65m6*	140	125	18	58	11	60m6*	140	125	18	53	355	50	725	834	28	1466	1661	180	A4	-	6319-C3	6319-C3							

- * Dimensões da ponta de eixo para motores em II pólos.
- A partir da carcaça 160, inclusive, os rolamentos são com folga radial C3.
- Nas carcaças acima de 280 S/M a medida H tem tolerância -1mm.
- Dimensões são normalizadas pela norma NBR 5432, sujeitas a alteração sem aviso prévio.
- Para motores não acendíveis, carcaças somente superiores a 90S.

Motor Trifásico Inverter Duty Motor TEBC

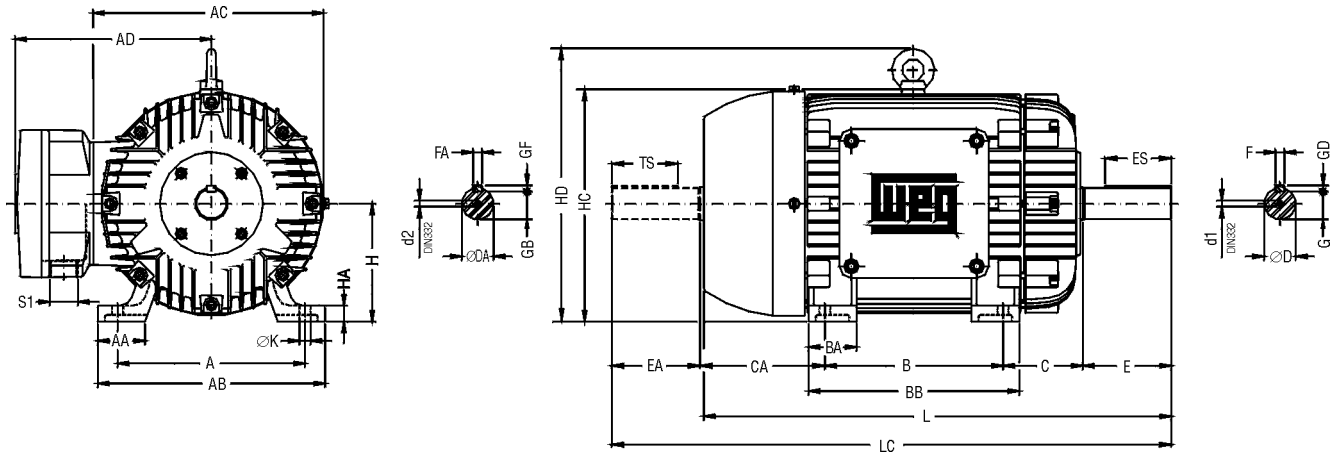


CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

Carcapa	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	PONTA DE EIXO						H	HA	HC	HD	K	L	S1	d1	Rolamentos	
										D*	E	ES	F	G	GD									Diant.	Tras.
90S	140	38	164	179	150	100	42	131	56	24j6	50	36	8	20	7	90	15	177	208	10	548 573	RWG3/4"	A 4	6205-ZZ	6204-ZZ
90L						125		156																70	24
100L	160	44	188	199	160	140	50	173	63	28j6	60	45	8	24	7	100	18	198	218	12	660 715 753	RWG1"		6307-ZZ	6206-ZZ
112M	190	48	220	222	180			177	70																
132 S	216	51	248	270	207	178	55	187	89	38k6	80	63	10	33	8	132	20	274	319	14,5	855 899	RWG1.1/2"		6309-C3	6209-Z-C3
132 M								225																	
160 M	254	64	308	312	250	210	65	254	108	42k6	110	80	14	42,5	9	180	28	360	413	18,5	899	RWG2"		6312-C3	6212-Z-C3
160 L						254		298																	
180 M	279	80	350	358	270	241	75	294	121	48k6	110	80	14	42,5	9	180	28	360	413	18,5	899	RWG2"		6312-C3	6212-Z-C3
180 L						279		294																	
200 M	318	82	385	396	294	267	85	332	133	55m6	140	125	18	53	11	225	34	466	537	18,5	976	RWG2"		6312-C3	6212-Z-C3
200 L						305		370															16		
225 S/M	356	80	436	476	368	286	105	391	149	60m6	140	125	18	53	11	225	34	466	537	18,5	1146*	2xRWG2"	M20	6314-C3	
250 S/M	406	100	506			311		138																	449
280 S/M	457		557	600	463	492	368	142	510	190	75m6	140	125	20	67,5	12	280	42	578	668	18,5	1146*	2xRWG2"	M20	6316-C3
315 S/M		457					419		152																
355 M/L	610	140	750	816	680	560	200	760	254	100m6	210	200	28	90	16	355	50	725	834	18,5	1452*	2xRWG3"	M24	6319-C3	
						630		630																	200

* Medidas para motores 2 pólos sob consulta.

Motor Trifásico à Prova de Explosão

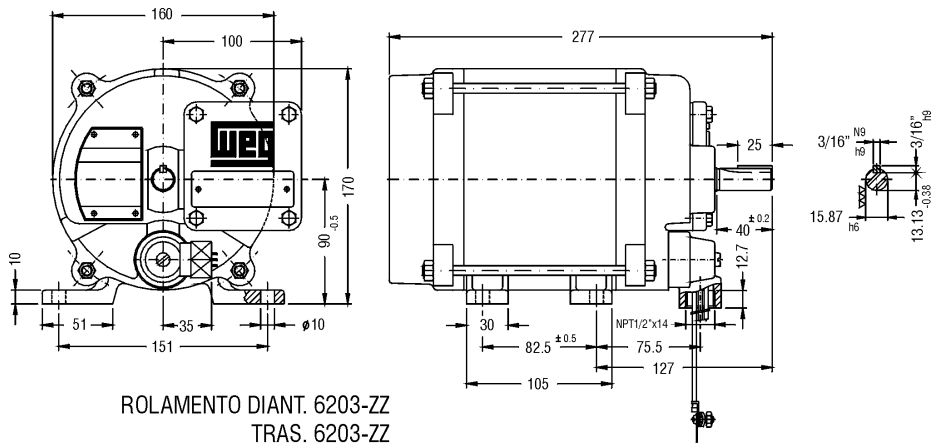


Carcaça	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	Ponta de eixo dianteira						Ponta de eixo traseira						H	HA	HC	HD	K	L	LC	S1	d1	d2	Rolamentos		
											∅D	E	ES	F	G	GD	∅DA	EA	TS	FA	GB	GF											DA	EA	TS
90S	140	38	164	179	173	100	42	131	56	114	24j6	50	36		20	16j6	40	28	5	13	5	90	12	177		10	316	350	NPT	A 4	6205-ZZ	6204-ZZ			
90L						125		156							7	22j6					100	15	200			341	375					6206-ZZ	6205-ZZ		
100L	160	44	188	199	183			173	63		28j6	60	45		24	24j6	50	36		6	18.5	6	112	17	237	282			394	448	3/4"	A 4	6307-ZZ	6206-ZZ	
112M	190	48	220	223	207	140		183	70	128						24j6				8						451	519	NPT		6308-ZZ			6207-ZZ		
132S	216	51	248	270	235			188	89	150	38k6	80	63	10	33	28j6	60	45		8	24	7	132	19.5	282	327			489	557	1"	A 4			
132M						178		226																			598	712	NPT				6309-C3	6209-ZC3	
160M	254	64	308	312	281	210	65	254	108	174	42k6			12	37	42k6				12	37	8	160	22	315	368			652	756	NPT	A 4			
160L						254		298																			598	712	NPT				6309-C3	6209-ZC3	
180M	279	80	350	358	301	241	75	294	121	200	48k6			14	42.5	48k6				14	42.5	9	180	28	367	429			702	820	1.1/2"	A 4	6311-C3	6211-ZC3	
180L						279		332																			664	782	NPT				6311-C3	6211-ZC3	
200M	318	82	385	399	330	267	85	332	133	222	55m6			16	49	55m6				16	49	10	200	30	403	474			729	842	NPT2"	A 4	6312-C3	6212-ZC3	
200L						305		370																			767	880	NPT2"				6312-C3	6212-ZC3	
225S/M	356	80	436			286	105	391	149	149	55m6*					55m6*				100	16	49	10	225	34	475	546			817	935	2xNPT	M20		
						311					60m6					60m6											847	995	2xNPT		6314-C3				
250S/M	406		506			349	138	445	168	168	60m6*			18	11	60m6*				140	125	53		250		500	571			923	1071	2"	M20		
						349					60m6*					60m6									42										6314-C3
280S/M	457		557			368	142	510	190	190	65m6*			20	67.5	65m6*				140	125	18		280		600	690			1036	1188	2xNPT	M20		
						419					65m6*					65m6																			6316-C3
315S/M	508	120	628			406	152	558	216	216	65m6*			18	58	60m6*				140	125	18		315	52	640	730			1126	1278	2xNPT	M20		
						457					65m6*					65m6																			6314-C3
355M/L	610	140	750	780	655	560	200	760	254	254	65m6*	140	125	18	58	60m6*				140	125	18		355	50	755	864			1156	1308	3"	M24		
						630					100m6	210	200	28	90	80m6																			6319-C3
																												1469	1645					6314-C3	
																																		6319-C3	

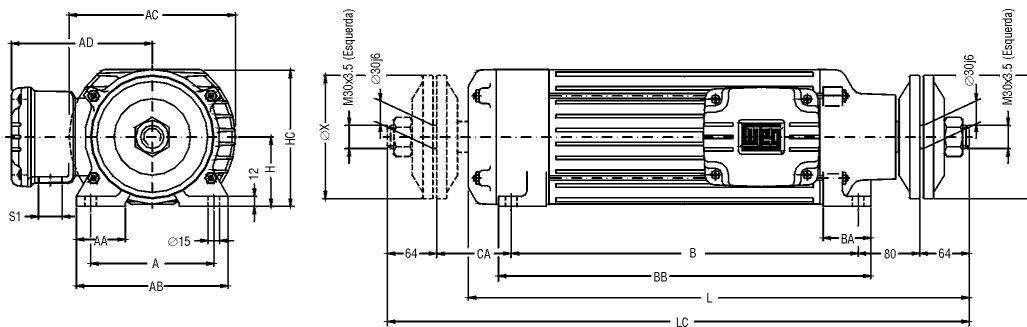
* Dimensões da ponta de eixo para motores em II pólos.

- A partir da carcaça 160, inclusive, os rolamentos são com folga radial C3.
- Nas carcaças acima de 280 S/M a medida H tem tolerância -1mm.
- Dimensões são normalizadas pela norma NBR 5432, sujeitas a alteração sem aviso prévio.

Motor Trifásico para Bomba de Combustível



Motor Trifásico tipo Motosserra

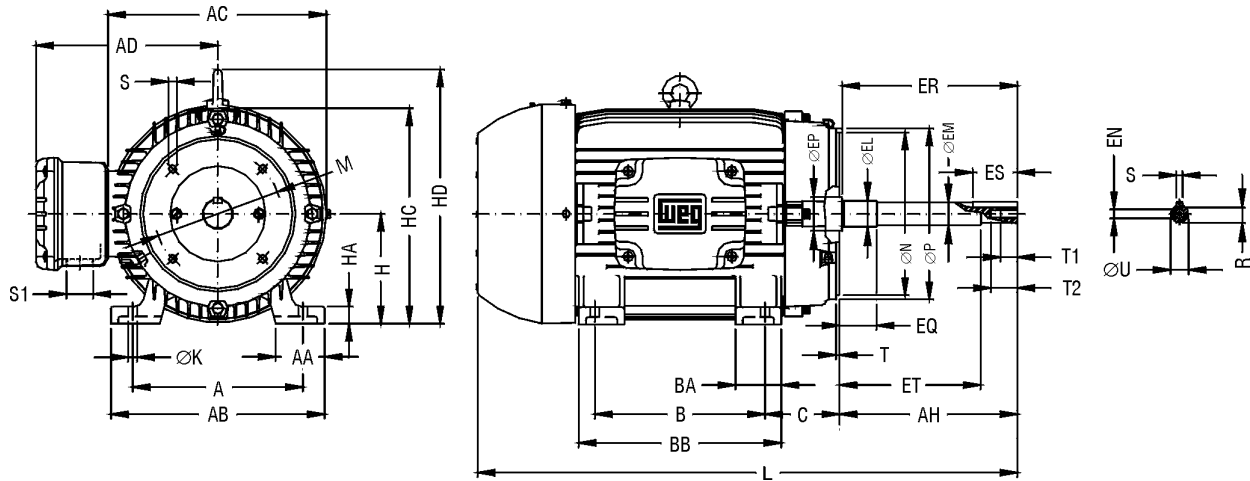


Carcaça	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	CA	H	HC	L	LC	S1	X	Rolamentos	
																Diant.	Tras.
80S-MS	190	35	225	190	164	260	45	305	102	80	157	471	572	RWG1"	120	6307-ZZ	6207-ZZ
80M-MS						310		355				521	622				
80L-MS						360		405				571	672				
90L-MS	160	63	197	208	179	510	62	543	43	90	177	672	758		160	6308-ZZ	6208-ZZ

Diâmetro de serra em função do tipo de madeira e da rotação

SERRAS DE METAL DURO			
MATERIAL	VELOCIDADE DE CORTE (m/s)	DIÂMETRO DA SERRA	
		ROT. – 3500rpm	ROT. – 1750rpm
		Madeira mole ou dura	60 a 90
Madeira beneficiada e prensada	60 a 80	300 a 450 mm – 12 a 18 pol.	600 a 900 mm – 24 a 36 pol.
Madeira compensada (normal)	60 a 80	300 a 450 mm – 12 a 18 pol.	600 a 900 mm – 24 a 36 pol.
Madeira mole ou dura (corte transversal)	40 a 50	200 a 250 mm – 8 a 10 pol.	400 a 500 mm – 16 a 20 pol.
Madeira compensada (alta compressão)	35 a 50	180 a 250 mm – 7 a 10 pol.	350 a 500 mm – 14 a 20 pol.
Madeira muito dura (peroba, jacarandá, etc)	35 a 45	180 a 250 mm – 7 a 10 pol.	350 a 500 mm – 14 a 20 pol.
Madeira aglomerada e chapas de fibra	35 a 45	180 a 250 mm – 7 a 10 pol.	350 a 500 mm – 14 a 20 pol.
Laminados decorativos (fórmica, etc)	35 a 40	180 a 200 mm – 7 a 8 pol.	350 a 400 mm – 14 a 16 pol.
SERRAS DE AÇO COMUM (aço carbono)			
MATERIAL	VELOCIDADE DE CORTE (m/s)	DIÂMETRO DA SERRA	
		ROT. – 3500rpm	ROT. – 1750rpm
		Madeira em geral	55 a 73

Motor Trifásico para Bomba Monobloco

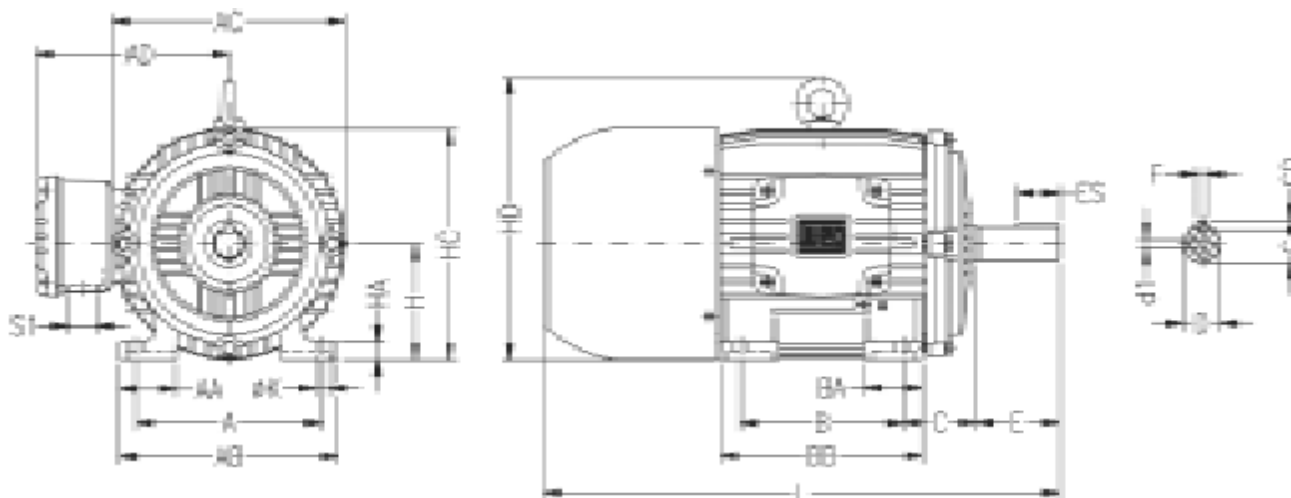


DIMENSÕES EM MILÍMETROS

Carcaça	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	H	HA	HC	HD	K	S1	Rolamentos		Dimensões Flange Tipo "C"					Qtde furos
																Diant.	Tras.	TIPO	M	N	P	S	
90S	140	38	164	179	150	100	42	131	56	90	15	177	-	10	RWG	6206-ZZ	6204-ZZ	FC-149	149,2	114,3	165	UNC3/8"16	4
90L	160	49	188	199	160	125	50	173	63	100	16	198	-	10	RWG	6205-ZZ							
100L	160	49	188	199	160	125	50	173	63	100	16	198	-	10	RWG	6307-ZZ	6206-ZZ	FC-184	184,2	215,9	225	UNC1/2"x1	4
112M	190	48	220	222	180	140	55	187	70	112	185	235	280	12	RWG	6309-ZC3	6207-ZZ						
132S	216	51	248	270	207	178	55	187	89	132	20	274	319	12	RWG	6309-ZC3	6209-C3	FC-279	279,4	317,5	345	UNC5/8"11	4
132M	216	51	248	270	207	178	55	187	89	132	20	274	319	12	RWG	6309-ZC3	6209-C3						
160M	254	64	308	312	250	210	65	254	108	160	22	317	370	14,5	RWG	6311-C3	6211-ZC3	FC-279	279,4	317,5	345	UNC5/8"11	6,3
160L	254	64	308	312	250	210	65	254	108	160	22	317	370	14,5	RWG	6311-C3	6211-ZC3						
180M	279	80	350	358	270	241	75	294	121	180	28	360	413	14,5	RWG	6312-C3	6212-ZC3	FC-279	279,4	317,5	345	UNC5/8"11	6,3
180L	279	80	350	358	270	241	75	294	121	180	28	360	413	14,5	RWG	6312-C3	6212-ZC3						
200M	318	82	385	396	294	267	85	332	133	200	30	402	464	18,5	RWG	6312-C3	6212-ZC3	FC-279	279,4	317,5	345	UNC5/8"11	8
200L	318	82	385	396	294	267	85	332	133	200	30	402	464	18,5	RWG	6312-C3	6212-ZC3						
225S	356	80	436	476	368	286	105	391	149	225	34	466	537	18,5	2x RWG2'	6314-C3		FC-279	279,4	317,5	345	UNC5/8"11	8
225M	356	80	436	476	368	286	105	391	149	225	34	466	537	18,5	2x RWG2'	6314-C3							
250S	406	100	506			311	138	449	168	250	42	491	562	24	RWG2'			FC-279	279,4	317,5	345	UNC5/8"11	8
250M	406	100	506			311	138	449	168	250	42	491	562	24	RWG2'								

Carcaça	PONTA DE EIXO JM													L	PONTA DE EIXO JP													L		
	Comprimentos				Diâmetros				Rasgo Chaveta			Furos Roscados			Comprimentos				Diâmetros				Rasgo Chaveta			Furos Roscados				
	AH	ER	EQ	ET	U	EM	EL	EP	S	R	ES	EN	T1		T2	AH	ER	EQ	ET	U	EM	EL	EP	S	R	ES	EN		T1	T2
90S														363																440
90L						29,36	29,95							388	185,9	185,72	39,7	150,9	22,21	25,4	29,36	29,95	4,76	19,5	42	UNC	19	28	465	
100L	108,15	107,95												425															502	
112M				73,15	22,21	25,4			4,76	19,5	42	3/8"	19	28	442														519	
132S														481															579	
132M														519															617	
160M														622															695	
160L			16											666															739	
180M														688															761	
180L														726	206,5	206,3	60,5	149,5		31,73	34,92	44,45		6,35	28,2	UNC	25	38	799	
200M	133,35	133,35		76,35	31,73	34,92			6,35	28,2	65	1/2"	25	38	753														826	
200L														791															864	
225S/M														841															914	
250S/M																				41,26	44,45	53,97	70	9,52	35,9				990	

Motor Trifásico tipo Motofreio

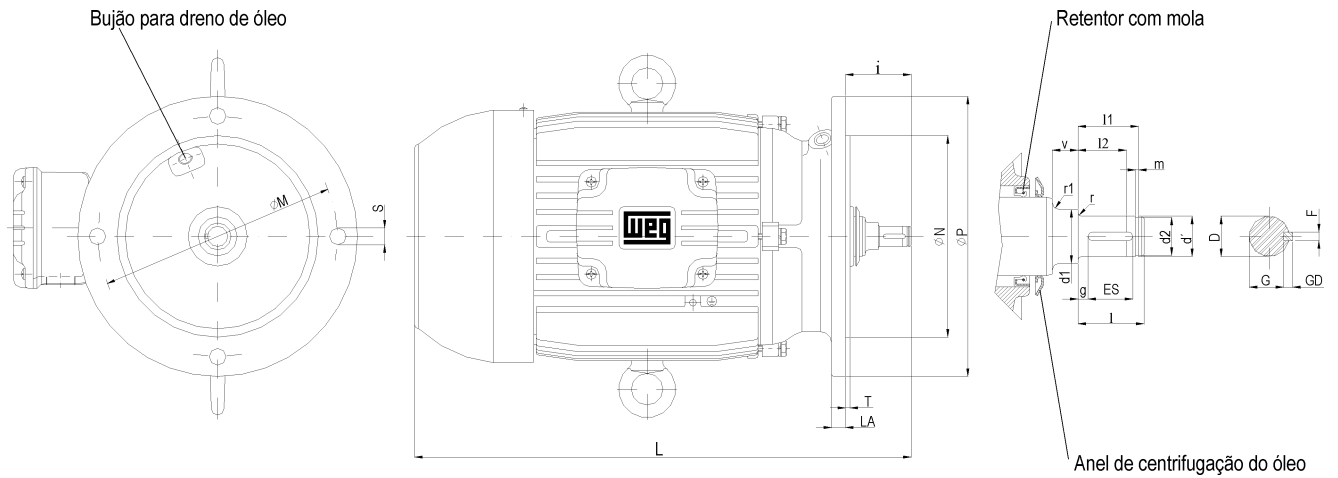


Carcaça	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	Ponta de Eixo						H	HA	HC	HD	K	L	S1	d1	Rolamentos		
										∅ D	E	ES	F	G	GD									Diant.	Tras.	
71	112	30	132	139	121	90	38	114	45	14j6	30	18	5	11	5	71	12	140	-	7	313	RWG	A 3,15	6203-ZZ	6204-ZZ	
80	125	35	149	156	130	100	40	126	50	19j6	40	28	6	15,5	6	80	13	158	-	10	342	1/2"	A 3,15	6204-ZZ	6204-ZZ	
90 S	140	38	164	177	150	100	42	131	56	24j6	50	36	8	19,9	7	90	15	178	-	10	368	RWG	A4	6205-ZZ	6205-ZZ	
90 L						125		156													393			6206-ZZ	6206-ZZ	
100 L	160	44	188	198	160	140	50	173	63	28j6	60	45	8	24	7	100	15	198	-	12	453	3/4"		6206-ZZ	6206-ZZ	
112 M	190	48	220	223	180	140	50	177	70	28j6	60		8	24	7	112	18	223	270	12	468	RWG		6307-ZZ	6207-ZZ	
132 S	216	61	248	270	207	140	55	187	89	38k6	80	63	10	33	8	132	20	262	309	12	547	RWG	A4	6308-ZZ	6208-ZZ	
132 M						178		225													584			6309-C3	6211-Z-C3	
160 M	254	64	308	316	250	210	65	256	108	42k6	110	80	12	37	8	160	20	312	365	14,5	719	RWG		A4	6309-C3	6211-Z-C3
160 L						254		300													763				1 1/2"	6211-Z-C3

Carcaça ABNT	Pólos	Tempo de atuação (ms) 1			Conjugado de frenagem (N.m)	Potência máxima de frenagem P (W)	Consumo de potência pelo freio (W)	Corrente absorvida pelo freio (A)	Nº operações até a próxima reajustagem do entreferro
		Frenagem lenta	Frenagem média	Frenagem rápida					
71	II	350	200	80	4,5	55	36	0,18	1.000.000
	IV	250							
	VI	200							
	VIII	150							
80	II	450	250	120	5,0	70	30	0,15	1.000.000
	IV	350							
	VI	250							
	VIII	200							
90 S/L	II	650	300	170	8,0	100	36	0,18	500.000
	IV	500							1.000.000
	VI	400							
	VIII	280							
100 L	II	700	350	220	17	150	50	0,25	450.000
	IV	550							1.000.000
	VI	450							
	VIII	300							
112 M	II	800	450	250	23	250	56	0,28	200.000
	IV	600							800.000
	VI	450							1.000.000
	VIII	350							
132 S/M	II	1000	600	300	60	400	86	0,43	250.000
	IV	800							500.000
	VI	600							1.000.000
	VIII	400							
160 M/L	II	1200	800	370	134	550	124	0,62	60.000
	IV	1000							350.000
	VI	850							600.000
	VIII	600							1.000.000

- 1) Tempo decorrido entre o instante da interrupção de corrente e o início da frenagem
- 2) Dimensões não normalizadas pela norma NBR 5432, sujeitas a alteração sem aviso prévio
- 3) Para saber mais sobre motofreio consulte a página F-9

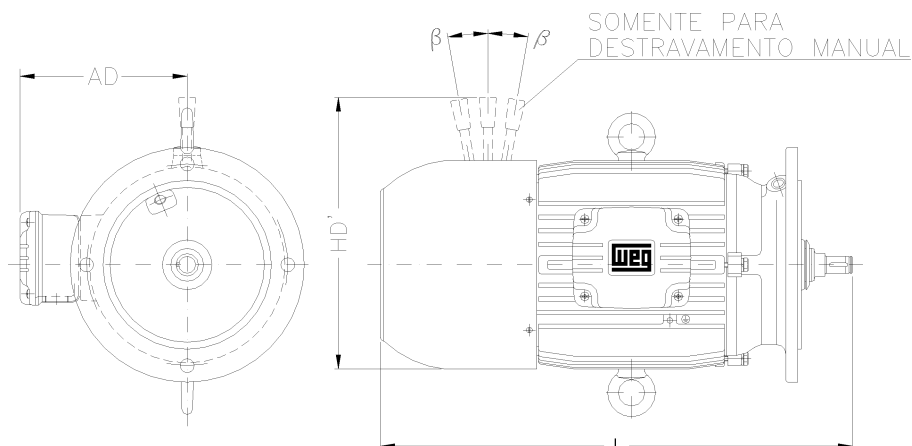
Motor Trifásico para Redutores (tipo 1)



Flange	Carcaça	DIMENSÕES DO EIXO DO MOTOR																	Rolamento	DIMENSÕES DO FLANGE DO MOTOR									
		D n6	d' d9	d1	d2h12	g	i	l	l1 +0.1	l2	mH13	r	r1	v	ES	F	G	GD		L	Dianteiro	ØP	ØM	ØN	S	Furos	T	LA	
120	63	10	14	9.6	3	35	18.5	17	14.5	1.1	1	3	4	12	2	8.7	2	275	6303 ZZ	120	100	80	7	4	2.5	9			
	71	10	14	9.6			18.5	17	14.5		1	3	4	12	2	8.7	2	8.7	2								307	6303 ZZ	10
	80	12	17	10.5			20.5	19	16		1	3	6	14	3	10	3	10	3								334	6303 ZZ	10
	90S	14	20	13.4			22.5	21	16		1	4	8	14	3	12	3	356	6306 ZZ								10		
	90L						381	10																					
100	16	22	15.2	26	24	20	1.6	4	8	18	4	13.4	4	433	6306 ZZ	10													
160	63	10	14	9.6	3	41.5	18.5	17	14.5	1.1	1	3	4	12	2	8.7	2	275	6303 ZZ	160	130	110	10	4	3.5	10			
	71	10	14	9.6			18.5	17	14.5				4	12	2	8.7	2	307	6303 ZZ								10		
	80	12	17	10.5			20.5	19	16				6	14	3	10	3	334	6303 ZZ								11		
	90S	14	20	13.4			22.5	21	16				8	14	3	12	3	356	6306 ZZ								12		
	90L				381	12																							
	100	16	22	15.2	26	24	20	8	18	4	13.4	4	433	6306 ZZ	12														
	112	18	25	17	4	44	29	27.2	23	10	20	4	15.4	4	450	6307 ZZ	12												
	132S	22	30	21	5	44	36	34.2	27.5	1.3	1.6	4	10	25	5	18.5	5	536	6309 ZZ								12		
132M	574												12																
200	63	10	14	9.6	3	47.5	18.5	17	14.5	1.1	1	3	4	12	2	8.7	2	275	6303 ZZ	200	165	130	12	4	3.5	10			
	71	10	14	9.6			18.5	17	14.5				4	12	2	8.7	2	307	6303 ZZ								10		
	80	12	17	10.5			20.5	19	16				6	14	3	10	3	334	6303 ZZ								11		
	90S	14	20	13.4	49.5	22.5	21	16	8	14	3	12	3	356	6306 ZZ	12													
	90L				381	12																							
	100	16	22	15.2	52	26	24	20	8	18	4	13.4	4	433	6306 ZZ	12													
	112	18	25	17	4	53	29	27.2	23	10	20	4	15.4	4	450	6307 ZZ	12												
	132S	22	30	21	5	56	36	34.2	27.5	1.3	1.6	4	10	25	5	18.5	5	536	6309 ZZ								12		
132M	574												12																
250	80	12	17	10.5	3	52.5	20.5	19	16	1.1	1	3	6	14	3	10	3	334	6303 ZZ	250	215	180	15	4	4	13			
	90S	14	20	13.4			53.5	22.5	21				16	8	14	3	12	3	356								6306 ZZ	13	
	90L						381	13																					
	100	16	22	15.2	56	26	24	20	8	18	4	13.4	4	433	6306 ZZ	13													
	112	18	25	17	4	58	29	27.2	23	10	20	4	15.4	4	450	6307 ZZ	14												
	132S	22	30	21	5	61	36	34.2	27.5	1.3	1.6	4	10	25	5	18.5	5	436	6309 ZZ-C3								14		
132M	574												14																
300	80	12	17	10.5	3	59	20.5	19	16	1.1	1	3	6	14	3	10	3	334	6303 ZZ	300	265	230	15	4	4	14			
	90S	14	20	13.4			22.5	21	16				8	14	3	12	3	356	6306 ZZ								14		
	90L				381	14																							
	100	16	22	15.2	62	26	24	20	8	18	4	13.4	4	433	6306 ZZ	14													
	112	18	25	17	4	63	29	27.2	23	10	20	4	15.4	4	450	6307 ZZ	15												
	132S	22	30	21	5	66	36	34.2	27.5	1.3	1.6	4	10	25	5	18.5	5	536	6309 ZZ-C3								15		
132M	574												15																
350	100	16	22	15.2	3	68	26	24	20	1.1	1.6	4	8	18	4	13.4	4	433	6306 ZZ	350	300	250	19	4	5	14			
	112	18	25	17	4	69	29	27.2	23	1.1			1.6	4	20	4	15.4	4	450								6307 ZZ	17	
	132S	22	30	21	5	72	36	34.2	27.5	1.3	1.6	4	10	25	5	18.5	5	536	6309 ZZ-C3								18		
	132M												574	18															
400	132S	22	30	21	5	79	36	34.2	27.5	1.3	1.6	4	10	25	5	18.5	5	536	6309 ZZ-C3	400	350	300	19	4	5	19			
	132M												574	19															
450	132S	22	30	21	5	87	36	34.2	27.5	1.3	1.6	4	10	25	5	18.5	5	536	6309 ZZ-C3	450	400	350	19	8	5	20			
	132M												574	20															

Dimensões especiais sob consulta.

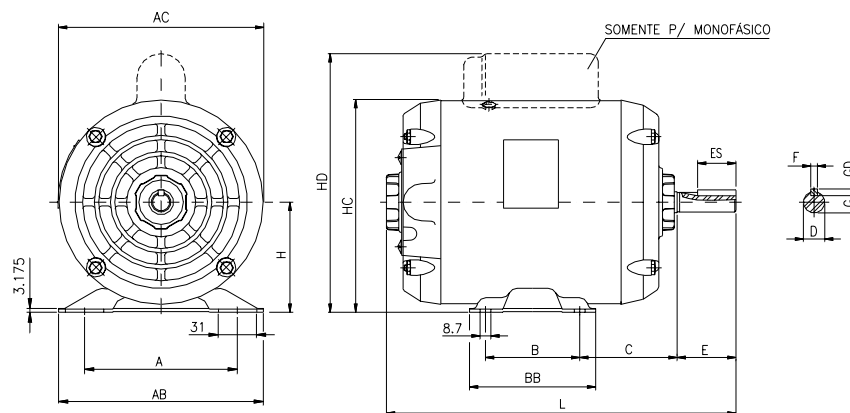
Motor Trifásico para Redutores (com freio)



Carcaça	L	Rolamentos Tras.	FREIO LENZE								Destramento Manual	
			Tipo	Nº Freio	Conjugado de frenagem (N.m.)					β	HD'	
					Padrão	Reduzido						
63	315	6201-ZZ	BKF457	05	2	-	-	-	-	-		
				06	4	-	-	-	-	-		
71	355	6202-ZZ	BKF458	06	4	3,5	3	2,5	2	-	12°	180.2
				08	8	7	6	5	3,5	-	10°	189
80	395	6203-ZZ	BKF458	06	4	3,5	3	2,5	2	-	12°	189.2
				08	8	7	6	5	3.5	-	10°	198
90S/L	430	6204-ZZ	BKF458	08	8	7	6	5	3,5	-	10°	208
	455			10	16	14	11	9	7	-	9°	224
100L	515	6205-ZZ	BKF458	10	16	14	11	9	7	-	9°	234
				12	32	27	23	18	14	-	10°	263.5
112M	545	6206-ZZ	BKF458	12	32	27	23	18	14	-	10°	275.5
				14	60	55	45	40	35	25	9°	307.5
132S	637	6207-ZZ	BKF458	14	60	55	45	40	35	25	9°	327.5
				16	80	70	60	55	45	35	10°	372
132M	675	6207-ZZ	BKF458	14	60	55	45	40	35	25	9°	327.5
				16	80	70	60	55	45	35	10°	372

TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO	MODELO DO RETIFICADOR 6 terminais	TIPO DE RETIFICAÇÃO	TENSÃO DA BOBINA
220V CA	RB45B1520B01	Onda completa	205V CC
380V CA	RB45E1520B01	Meia onda	180V CC
440V CA			205V CC

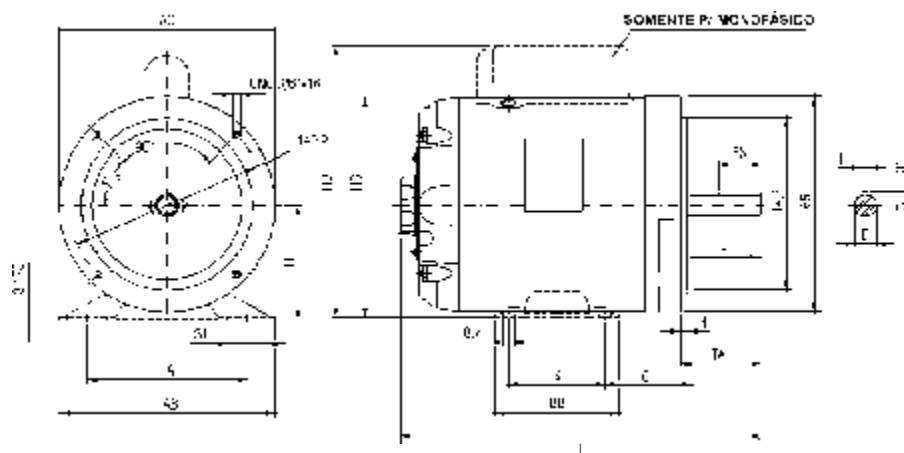
Motor Trifásico NEMA 56



Carcaça	A	AB	AC	B	BB	C	Ponta do Eixo						H	HC	HD	L	Rolamentos	
							D	E	ES	F	G	GD					Diant.	Tras.
A56	123,8	166	166	76,2	102	69,8	15,875	47,6	36	4,76	13,1	4,76	88,9	162	210	262	6204-ZZ	6203-ZZ
B56							19,05	57,1			16,3			282	321			
D56				220	321													
F56H				215	351													

* A carcaça F56H apresenta pé com dupla furação; cota B: 76,2 e 127 mm

Motores Monofásicos NEMA 48 e 56



Carcaça	A	AB	AC	B	BB	C	Ponta do Eixo						H	HC	HD	TA	L	Rolamentos	
							D	E	ES	F	G	GD						Diant.	Tras.
B48	107,6	156	146	66,8	90	63,5	12,7	38,1	36	*	11,5	*	76,2	150	198	42,9	235	6203-ZZ	6202-ZZ
C48																	255		
56			245																
C56			265																
A56	123,8	166	166	76,2	102	69,8	15,875	47,6	36	4,76	13,1	4,76	88,9	162	210	52,4	262	6204-ZZ	6203-ZZ
B56																	19,05		
D56			220	321															
F56H			215	351															
G56H				127	165											61,9	361		

* O eixo dos motores NEMA 48 apresenta um rebaixo plano de 7,4mm de largura em lugar do canal da chaveta.

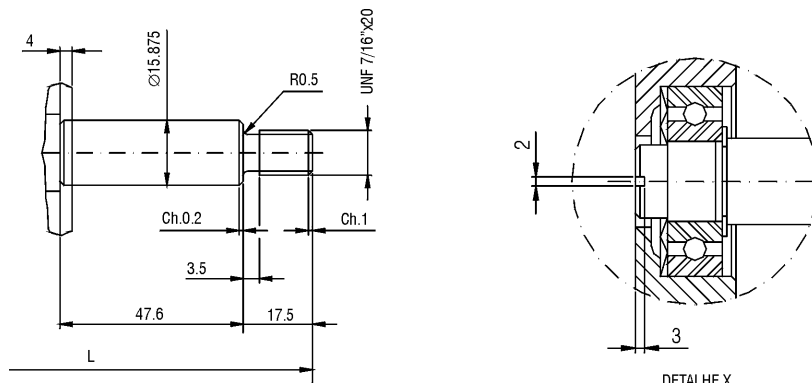
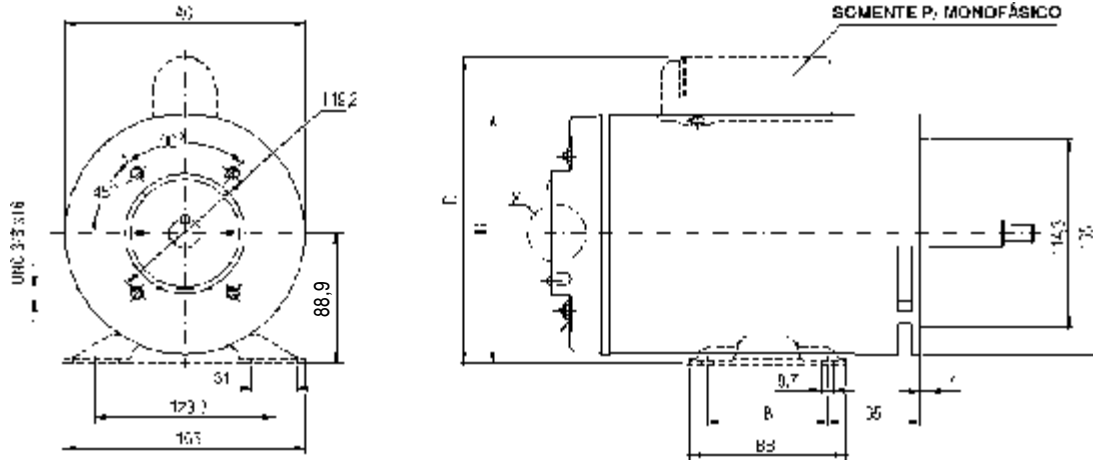
** As carcaças 56H apresentam pé com dupla furação; cota B: 76,2 e 127mm.

*** Medida do flange padrão (FC-149). Disponível também flange FC-95 (opcional).

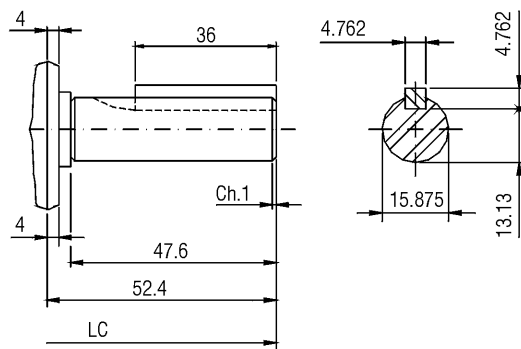
Motor Trifásico Jet Pump

Motor Monofásico Jet Pump Capacitor de Partida

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS



FORMA "J"
FURO DE CENTRO ROSCADO UNF 1/4"x28
PADRÃO PARA TRIFÁSICO FORMA "J"



FORMA "C"

Carcaça	AC	B	BB	HC	HD	L	LC	Rolamentos	
								Diant.	Tras.
56	146	76,2	102	162	202	262	250	6203-ZZ	6202-ZZ
C56						282	270		
A56						278	265		
B56						298	285		
D56	165	76.2*	165	172	220	330	316	6204-ZZ	6203-ZZ
F56H						360	346		
G56H						370	356		

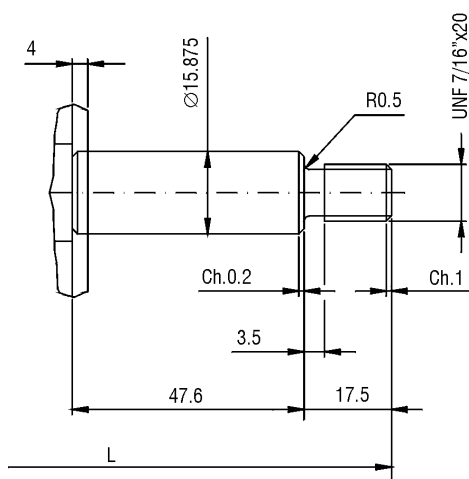
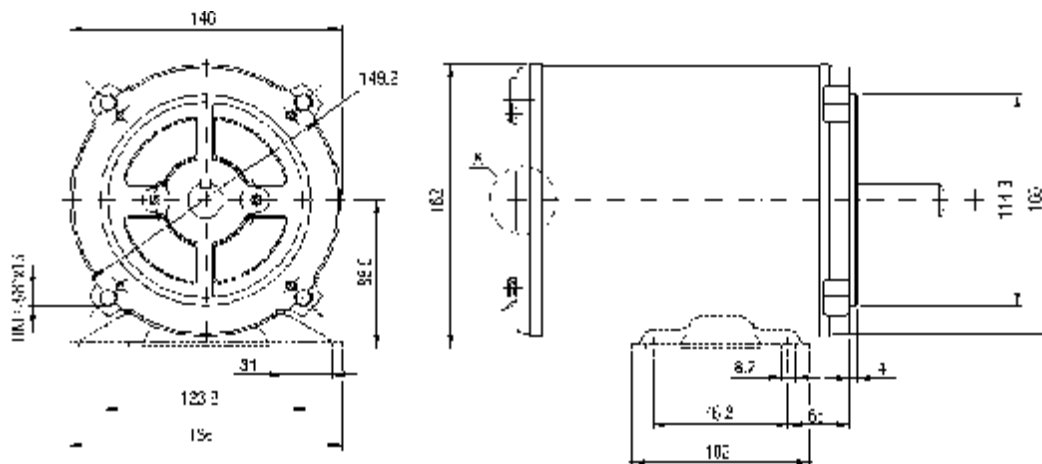
* As carcaças F56H e G56H são providas de pé com dupla furação - cota: 76,2 e 127mm.

** O eixo dos motores NEMA 48 apresenta um rebaixo plano de 7,4mm de largura em lugar do canal da chaveta.

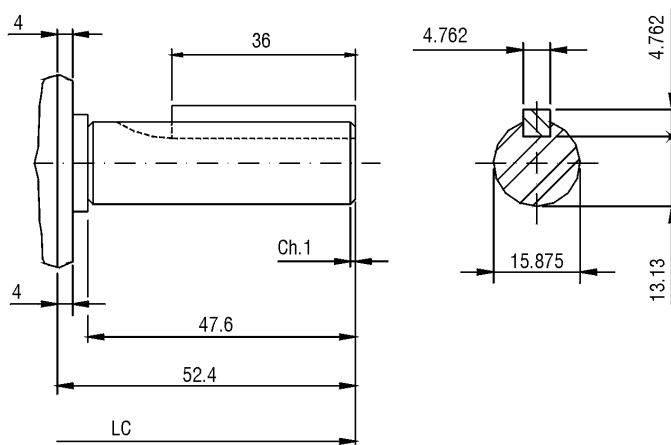
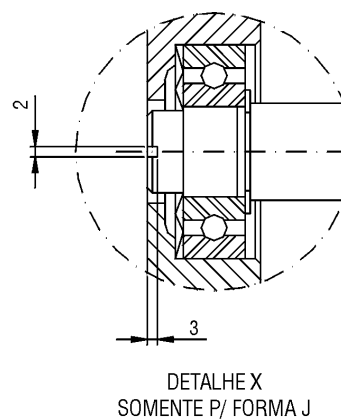
*** As carcaças 56H apresentam pé com dupla furação; cota B: 76,2 e 127mm.

**** Medida do flange padrão (FC-149). Disponível também flange FC-95 (opcional).

Motor Monofásico Jet Pump Split-phase



FORMA "J"



FORMA "C"

Carcaça	L	LC	Rolamentos	
			Diant.	Tras.
56	254	236	6203-ZZ	6201-ZZ
C56	274	256		6202-ZZ
E56	294	276		
L56	313	295		

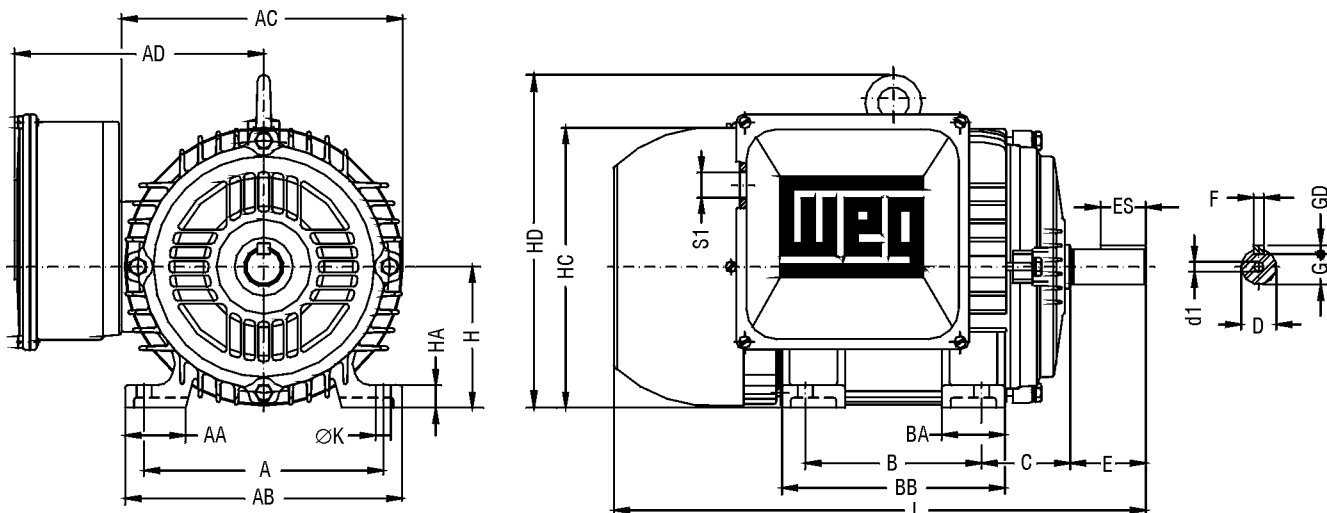
* O eixo dos motores NEMA 48 apresenta um rebaixo plano de 7,4mm de largura em lugar do canal da chave.

** As carcaças 56H apresentam pé com dupla furação; cota B: 76.2 e 127mm.

*** Medida do flange padrão (FC-149). Disponível também flange FC-95 (opcional).

Motor Monofásico IP55 Uso Rural

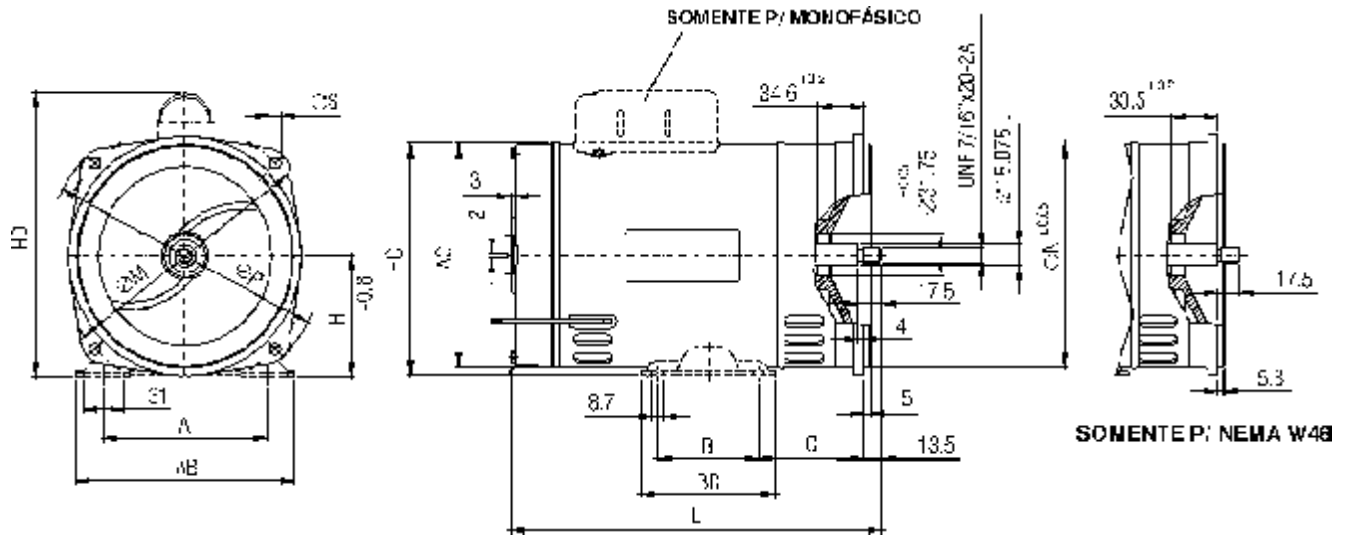
Motor Monofásico com Capacitor Permanente



CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

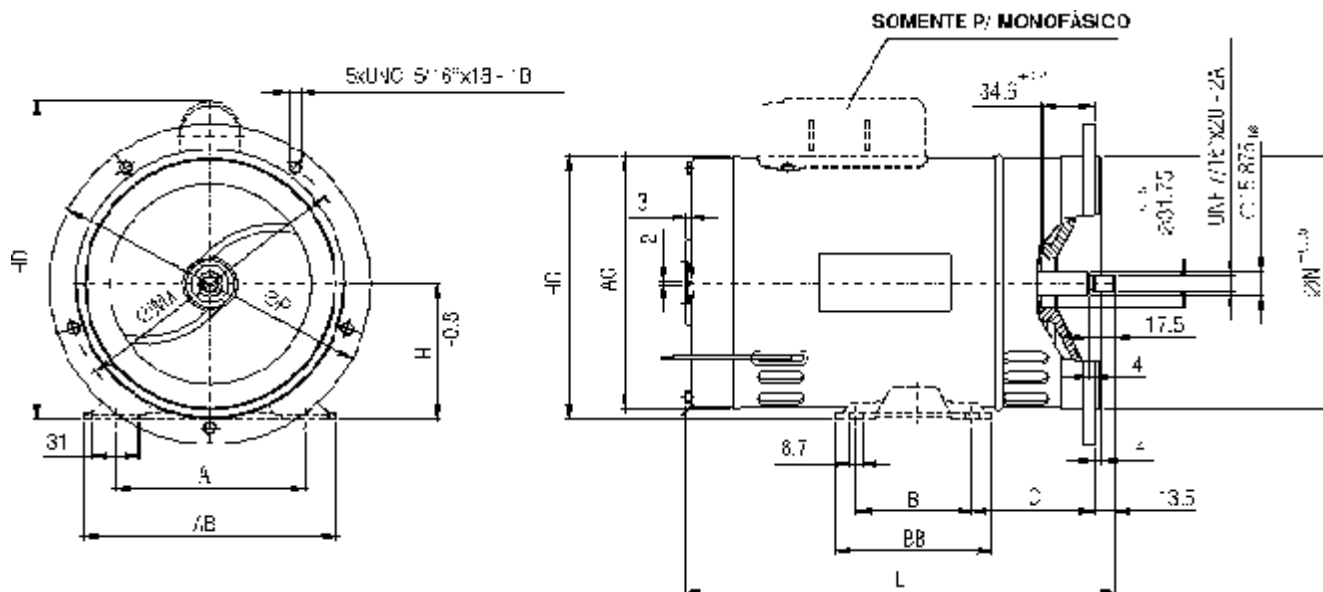
Carcaça	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	Ponta de eixo						H	HA	HC	HD	K	L	S1	d1	Rolamentos	
										D	E	ES	F	G	GD									Diant.	Tras.
63	100	21	116	125	118	80	22	95	40	11j6	23	14	4	8,5	4	63	8	124		7	262	A3.15	6201-ZZ		
71	112	30	132	141	126	90	38	113,5	45	14j6	30	18	5	11	5	71	12	139		7	295		6203-ZZ	6202-ZZ	
80	125	35	149	159	135	100	40	125,5	50	19j6	40	28	6	15,5	6	80	13	157		10	325	6204-ZZ	6203-ZZ		
90S	140	38	164	179	177	125	42	131	56	24j6	50	36		20		90	15	177		10	335	A4	6205-ZZ	6204-ZZ	
90L								156													360		325		
100L	160	49	188	199	187	50	173	63	28j6	60	45	8	24	7	100	16	198		12	420	A4	6206-ZZ	6206-ZZ		
W112M	190	48	220	200	140	62	177	70												24j6		60		45	8
112M						50			423																
W132S/M	216	51	248	222	199	85	225	89	38k6	80	63	10	33	8	132	21	255	300		12	500	A4	6308-ZZ	6206-ZZ	
132M						178															205				178

Motor Monofásico Jet Pump com flange incorporada - quadrada



Carcaça	A	AB	AC	B	BB	C	H	HC	HD	L	Dimensões do Flange				Rolamentos			
											M	N	P	S	Quant. furos	Diant.	Tras.	
W48x170	107,6	156	121	69,5	90	63,5	76,2	137	158	215	149,2	122	167	5/16"x 18	4	6203-ZZ	6201-ZZ	
W48x175																		220
W48x190																		235
W56x200	123,8	166	146	76,2	102	71	88,9	162	200	250	194	165	210	9	6203-ZZ	6202-ZZ		
W56x210																	260	
E56x200			165		165	80		172	210	345								
E56x220																	312	
E56x240																		

Motor Monofásico Jet Pump com flange incorporada - redonda

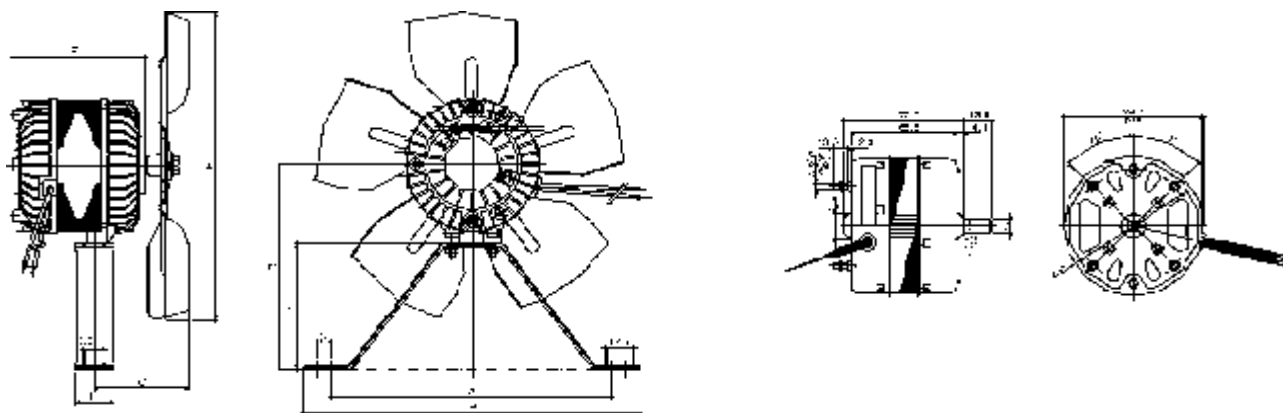


CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

Carcaça	A	AB	AC	B	BB	C	H	HC	HD	L	Dimensões do Flange			Rolamentos	
											M	N	P	Diant.	Tras.
W56x200	123,8	166	146	76,2	102	71	88,9	162	200	250	182	164,46	200	6203-ZZ	6202-ZZ
W56x210			260												
E56x200			165		80	172		210	292						
E56x220			345												
E56x240			312												

Carcaça	A	AB	AC	B	BB	C	H	HC	HD	L	Dimensões do Flange			Rolamentos	
											M	N	P	Diant.	Tras.
E56x150	123,8	166	165	76,2	102	80	88,9	172		222	182	164,46	200	6203-ZZ	6202-ZZ
E56x160										232					
E56x170										242					
E56x180										252					
E56x190										262					
E56x200					272					165					

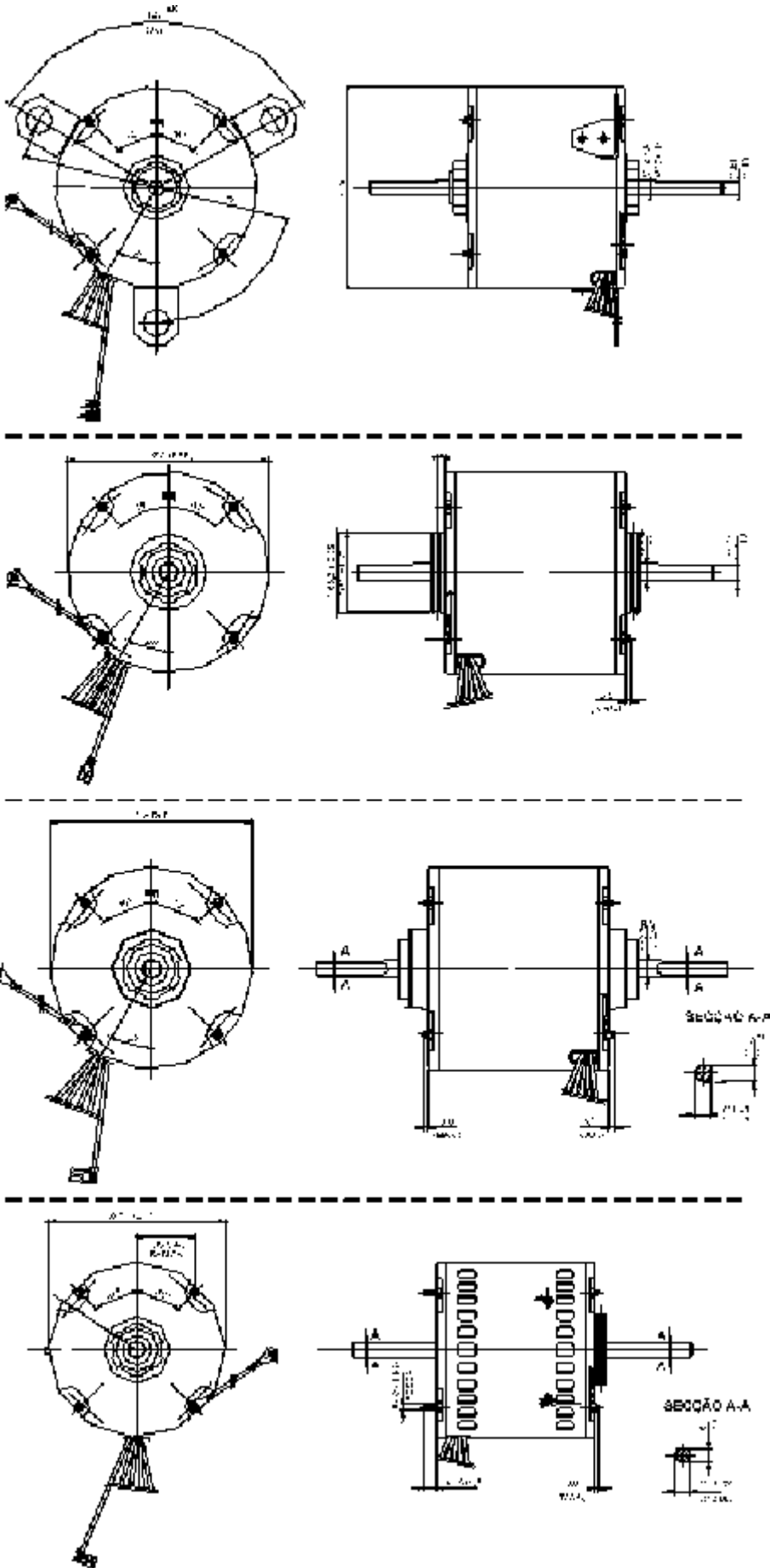
Mini Motores para Movimentação de ar



Modelo	HÉLICE	A	B	C	D	E	F	G	H
1/40	Alum / Sop.	158	195	59	109	200	108	72,5	20
	Alum / Exhaust.	158	195	59	109	200	96	60,5	20
1/25	Alum / Sop.	130	165	94	144	250	124	72,5	25
	Alum / Exhaust.	130	165	94	144	250	112	60,5	25
1/40	Plástico	158	195	59	109	200	96	60,5	20
1/25	Plástico	130	165	94	144	250	120	68,5	25

- 1) Dimensões em milímetros
- 2) Motores com hélice e base
- 3) Motor pode ser fornecido sem hélice e sem base.

Motores para Condicionadores de ar

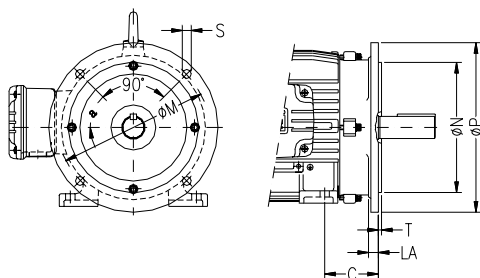


Dimensões em milímetros

DIMENSÕES DO FLANGE

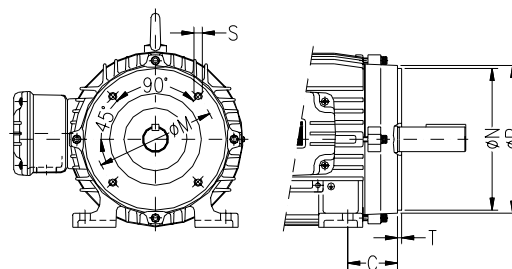
Carcaça	DIMENSÕES DA FLANGE TIPO "FF"										Qtde. furos	
	Flange	C	LA	M	N	P	T	S	α			
63	FF-115	40	9	115	95	140	3	10	45°	4		
71	FF-130	45		130	110	160	3,5					
80		50		10	165	130					200	
90 S	FF-165	56	11		215	180		250			4	15
90 L		63			12	265	230	300				
100 L	FF-215	70		18		300	250	350				
112 M		89	5			350	300	400			19	
132 S	FF-265	89			18	400	350	450				5
132 M		108		22		500	450	550				
160 M	FF-300	108	22			600	550	660			6	
160 L		121			22	740	680	800				
180 M	FF-350	133		22		740	680	800				
180 L		149	22			740	680	800				
200 M	FF-400	149			22	740	680	800				
200 L		168		22		740	680	800				
225 S	FF-500	168	22			740	680	800				
225 M		190			22	740	680	800				
250 S	FF-600	216		22		740	680	800				
250 M		254	22			740	680	800				
280 S	FF-740	254			22	740	680	800				
280 M				22		740	680	800				
315 S			22			740	680	800				
315 M					22	740	680	800				
315 B				22		740	680	800				
355 M			22			740	680	800				
355 L					22	740	680	800				

Conforme norma ABNT 5432 e IEC 72 parte I.



Carcaça	DIMENSÕES DA FLANGE TIPO "C"							Qtde. furos
	Flange	C	M	N	P	S	T	
63	FC-95	40	95,2	76,2	143	UNC 1/4" 20	4	
71		45						
80		50						
90 S	FC-149	56	149,2	114,3	165	UNC 3/8" 16		
90 L		63						
100 L		70						
112 M	FC-184	89	184,2	215,9	225	UNC 1/2" 13	4	
132 S		108						
160 M		121						
160 L	133							
180 M	FC-228	121	228,6	266,7	280	UNC 5/8" 11	6,3	
180 L		133						
200 M		149						
200 L	168							
225 S	FC-279	149	279,4	317,5	395	UNC 5/8" 11	8	
225 M		168						
250 S		190						
250 M	216							
280 S	FC-355	190	355,6	406,4	455	UNC 5/8" 11	8	
280 M		216						
315 S		254						
315 M	FC-368	254	368,3	419,1	455			UNC 5/8" 11
315 B		254						
355 L		254						
355 M								

Conforme norma NEMA MG1 11.34 e MG1 11.35



Carcaça	DIMENSÕES DA FLANGE TIPO "C" DIN							Qtde. furos
	Flange	C	M	N	P	S	T	
63	C-90	40	75	60	90	M5	2,5	
71	C-105	45	85	70	105	M6		
80	C-120	50	100	80	120	M6	3	
90 S	C-140	56	115	95	140	M8		
90 L		63						
100 L	C-160	70	130	110	160	M8	3,5	
112 M		89						
132 S	C-200	108	165	130	200	M10		
132 M		121						

Conforme norma DIN 42.948.

FORMAS CONSTRUTIVAS NORMALIZADAS

Os motores elétricos WEG são normalmente fornecidos na forma construtiva B3D, para funcionamento em posição horizontal. Podem também ser aplicados em qualquer outra posição. Sob consulta e de acordo com as possibilidades da fábrica, aceitam-se encomendas de motores especiais: com flange, eixo com características especiais, verticais, sem pés, etc. O quadro ao lado indica as diversas formas construtivas normalizadas. Cada figura apresenta a configuração, referência, execução de carcaça (com ou sem pés), localização da ponta de eixo (com relação à carcaça e à caixa de ligação) e o modo de fixação do motor.

Forma Construtiva	Configuração	[Icons]															
Referência	B3D	B30	B3T	B3E	B30	B3T	B3SE	B3SD	B3ST	B3AE							
Carcaça	sem pés	com pés	com pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés							
Ponto de eixo	à esquerda	à direita	à direita	à esquerda	à direita	à esquerda	à esquerda	à direita	à esquerda	à esquerda							
Fixação	base ou trilhos	base ou trilhos	flange FF	flange FF	base ou flange FF	base ou flange FF	flange FC										
Forma Construtiva	Configuração	[Icons]															
Referência	B14D	B14T	B34E	B34D	B34T	V5	V5F	V5T	V6	V6E	V6T	V7	V3				
Carcaça	sem pés	com pés	com pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés				
Ponto de eixo	à direita	à esquerda	à direita	à direita	para baixo	para cima	para baixo	para cima	para baixo	para cima	para baixo	para cima	para cima				
Fixação	flange FC	base ou flange FC	base ou flange FC	paralelo	paralelo	flange FF	flange FF										
Forma Construtiva	Configuração	[Icons]															
Referência	V15	V15E	V15T	V16	V16E	V16T	V18	V19	B6	B6E	B6T	B7	B7E	B7T	B8	B8E	B8T
Carcaça	sem pés	com pés	com pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	com pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés
Ponto de eixo	para baixo	para cima	para cima	para baixo	para cima	para cima	para baixo	para cima	para baixo	para baixo	para baixo	para baixo	para baixo	para baixo	para baixo	para baixo	para baixo
Fixação	paralelo ou flange FF	paralelo ou flange FF	paralelo ou flange FF	flange C	flange C	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo	paralelo



Especificação

1. Noções fundamentais

1.1 Motores elétricos

Motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. O motor de indução é o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da utilização de energia elétrica - baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando - com sua construção simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos. Os tipos mais comuns de motores elétricos são:

a) Motores de corrente contínua

São motores de custo mais elevado e, além disso, precisam de uma fonte de corrente contínua, ou de um dispositivo que converta a corrente alternada

comum em contínua. Podem funcionar com velocidade ajustável entre amplos limites e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão. Por isso, seu uso é restrito a casos especiais em que estas exigências compensam o custo muito mais alto da instalação.

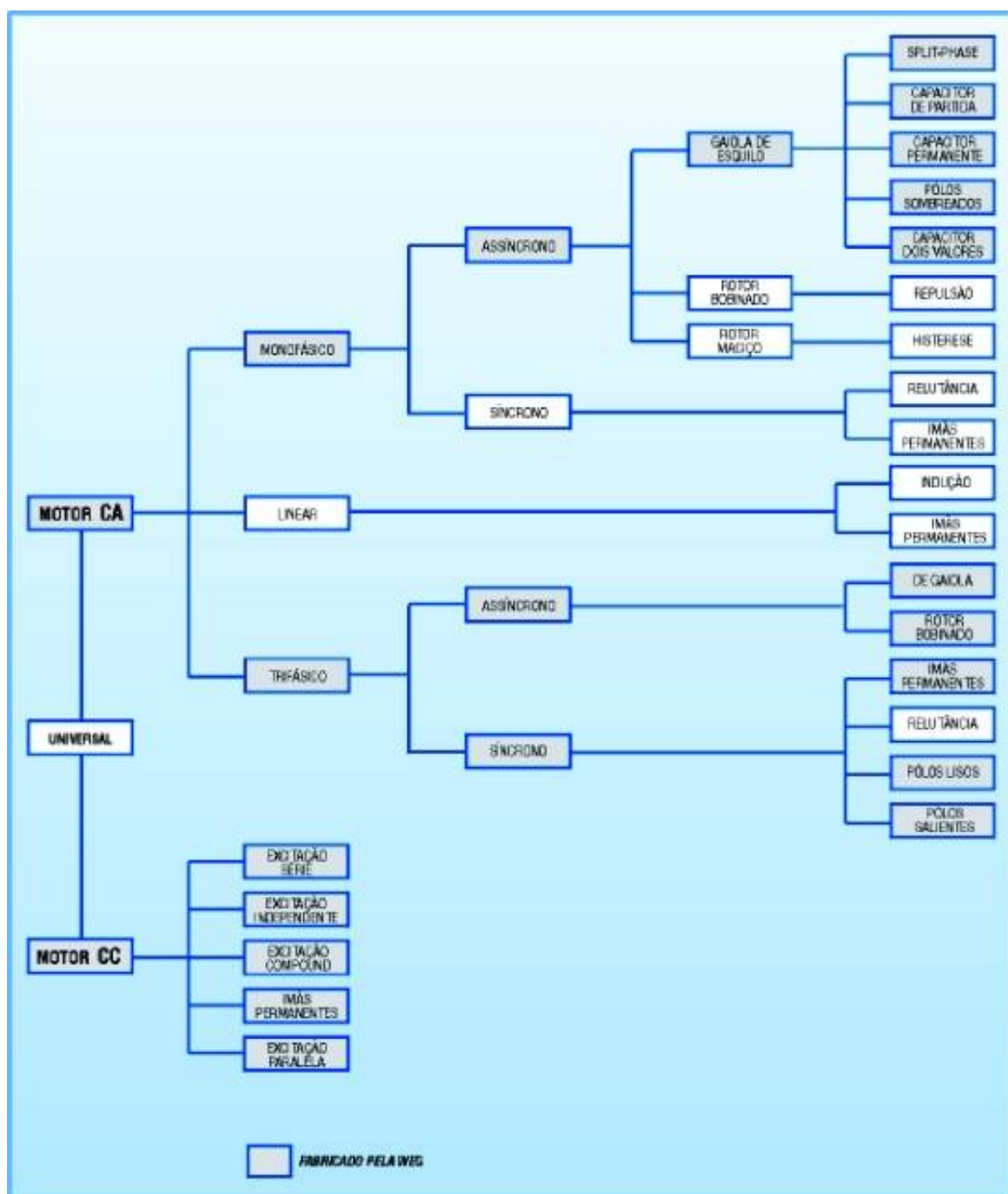
b) Motores de corrente alternada

São os mais utilizados, porque a distribuição de energia elétrica é feita normalmente em corrente alternada. Os principais tipos são:

- **Motor síncrono:** Funciona com velocidade fixa; utilizado somente para grandes potências (devido ao seu alto custo em tamanhos menores) ou quando se necessita de velocidade invariável.

- **Motor de indução:** Funciona normalmente com uma velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo, é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas, encontradas na prática. Atualmente é possível controlarmos a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência.

O UNIVERSO TECNOLÓGICO DE MOTORES ELÉTRICOS



ESPECIFICAÇÃO

Tabela 1.1

1.2 Conceitos básicos

São apresentados a seguir os conceitos de algumas grandezas básicas, cuja compreensão é necessária para melhor acompanhar as explicações das outras partes deste manual.

1.2.1 Conjugado

O conjugado (também chamado torque, momento ou binário) é a medida do esforço necessário para girar um eixo.

É sabido, pela experiência prática que, para levantar um peso por um processo semelhante ao usado em poços - ver figura 1.1 - a força F que é preciso aplicar à manivela depende do comprimento ℓ da manivela. Quanto maior for a manivela, menor será a força necessária.

Se dobrarmos o tamanho ℓ da manivela, a força F necessária será diminuída à metade.

No exemplo da figura 1.1, se o balde pesa 20N e o diâmetro do tambor é 0,20m, a corda transmitirá uma força de 20N na superfície do tambor, isto é, a 0,10m do centro do eixo. Para contrabalançar esta força, precisamos de 10N na manivela, se o comprimento ℓ for de 0,20m. Se ℓ for o dobro, isto é, 0,40m, a força F será a metade, ou seja 5N.

Como vemos, para medir o “esforço” necessário para girar o eixo não basta definir a força empregada: é preciso também dizer a que distância do eixo a força é aplicada. O “esforço” é medido pelo conjugado, que é o produto da força pela distância, $F \times \ell$.

No exemplo citado, o conjugado vale:

$$C = 20N \times 0,10m = 10N \times 0,20m = 5N \times 0,40m = 2,0N.m.$$

$$C = F \cdot \ell \quad (N \cdot m)$$

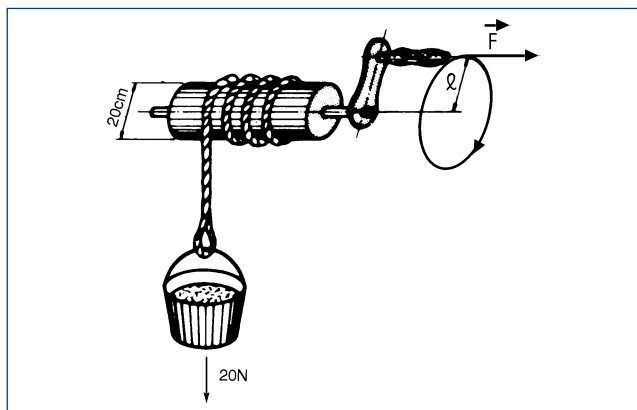


Figura 1.1

1.2.2 Energia e potência mecânica

A potência mede a “velocidade” com que a energia é aplicada ou consumida. No exemplo anterior, se o poço tem 24,5 metros de profundidade, a energia gasta, ou trabalho realizado para trazer o balde do fundo até a boca do poço é sempre a mesma, valendo $20N \times 24,5m = 490Nm$ (note que a unidade de medida de energia mecânica, Nm, é a mesma que usamos para o conjugado - trata-se, no entanto, de grandezas de naturezas diferentes, que não devem ser confundidas).

$$W = F \cdot d \quad (N \cdot m)$$

OBS.: $1Nm = 1J = W \cdot \Delta t$

A potência exprime a rapidez com que esta energia é aplicada e se calcula dividindo a energia ou trabalho total pelo tempo gasto em realizá-lo. Assim, se usarmos um motor elétrico capaz de erguer o balde de água em 2,0 segundos, a potência necessária será:

$$P_1 = \frac{490}{2,0} = 245W$$

Se usarmos um motor mais potente, com capacidade de realizar o trabalho em 1,3 segundos, a potência necessária será:

$$P_2 = \frac{490}{1,3} = 377W$$

A unidade mais usual para medida de potência mecânica é o cv (cavalo-vapor), equivalente a 736W. Então as potências dos dois motores acima serão:

$$P_1 = \frac{245}{736} = \frac{1}{3} \text{ cv} \quad P_2 = \frac{377}{736} = \frac{1}{2} \text{ cv}$$

$$P_{mec} = \frac{F \cdot d}{t} \quad (W)$$

como, $1cv = 736W$ então,

$$P_{mec} = \frac{F \cdot d}{736 \cdot t} \quad (cv)$$

Para movimentos circulares

$$C = F \cdot r \quad (N.m)$$

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \quad (m/s)$$

$$P_{mec} = \frac{F \cdot d}{736 \cdot t} \quad (cv)$$

onde:

- C = conjugado em Nm
- F = força em N
- ℓ = braço de alavanca em m
- r = raio da polia em m
- v = velocidade angular em m/s
- d = diâmetro da peça em m
- n = velocidade em rpm

Relação entre unidades de potência

$$P (kW) = 0,736 \cdot P (cv) \quad \text{ou}$$

$$P (cv) = 1,359 P (kW)$$

1.2.3 Energia e potência elétrica

Embora a energia seja uma coisa só, ela pode se apresentar de formas diferentes. Se ligarmos uma resistência a uma rede elétrica com tensão, passará uma corrente elétrica que irá aquecer a resistência. A resistência absorve energia elétrica e a transforma em calor, que também é uma forma de energia. Um motor elétrico absorve energia elétrica da rede e a transforma em energia mecânica disponível na ponta do eixo.

Circuitos de corrente contínua

A “potência elétrica”, em circuitos de corrente contínua, pode ser obtida através da relação da tensão (U), corrente (I) e resistência (R) envolvidas no circuito, ou seja:

$$P = U \cdot I \quad (W)$$

ou,

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (W)$$

ou,

$$P = RI^2 \quad (W)$$

- Onde: U = tensão em volt
- I = corrente em ampère
- R = resistência em ohm
- P = potência média em watt

Circuitos de corrente alternada

a) Resistência

No caso de “resistências”, quanto maior a tensão da rede, maior será a corrente e mais depressa a resistência irá se aquecer. Isto quer dizer que a potência elétrica será maior. A potência elétrica absorvida da rede, no caso da resistência, é calculada multiplicando-se a tensão da rede pela corrente, se a resistência (carga), for monofásica.

$$P = U_i \times I_i \quad (W)$$

No sistema trifásico a potência em cada fase da carga será $P_i = U_i \times I_i$, como se fosse um sistema monofásico independente. A potência total será a soma das potências das três fases, ou seja:

$$P = 3P_i = 3 \times U_i \times I_i$$

Lembrando que o sistema trifásico é ligado em estrela ou triângulo, temos as seguintes relações:

$$\text{Ligação estrela: } U = \sqrt{3} U_i \quad \text{e} \quad I = I_i$$

$$\text{Ligação triângulo: } U = U_i \quad \text{e} \quad I = \sqrt{3} I_i$$

Assim, a potência total, para ambas as ligações, será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad (W)$$

OBS.:

Esta expressão vale para a carga formada por resistências, onde não há defasagem da corrente.

b) Cargas reativas

Para as “cargas reativas”, ou seja, onde existe defasagem, como é o caso dos motores de indução, esta defasagem tem que ser levada em conta e a expressão fica:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi \quad (W)$$

Onde U e I são, respectivamente, tensão e corrente de linha e $\cos \varphi$ é o ângulo entre a tensão e a corrente de fase.

A unidade de medida usual para potência elétrica é o watt (W), correspondente a 1 volt x 1 ampère, ou seu múltiplo, o quilowatt = 1.000 watts. Esta unidade também é usada para medida de potência mecânica.

A unidade de medida usual para energia elétrica é o quilo-watt-hora (kWh) correspondente à energia fornecida por uma potência de 1kW funcionando durante uma hora - é a unidade que aparece, para cobrança, nas contas de luz.

1.2.4 Potências aparente, ativa e reativa

Potência aparente (S)

É o resultado da multiplicação da tensão pela corrente ($S = U \times I$ para sistemas monofásicos e $S = \sqrt{3} \times U \times I$, para sistemas trifásicos). Corresponde à potência que existiria se não houvesse defasagem da corrente, ou seja, se a carga fosse formada por resistências. Então,

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} \quad (VA)$$

Evidentemente, para as cargas resistivas, $\cos \varphi = 1$ e a potência ativa se confunde com a potência aparente.

A unidade de medidas para potência aparente é o volt-ampère (VA) ou seu múltiplo, o quilo-volt-ampère (kVA).

Potência ativa (P)

É a parcela da potência aparente que realiza trabalho, ou seja, que é transformada em energia.

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi \quad (W) \quad \text{ou} \quad P = S \cdot \cos \varphi \quad (W)$$

Potência reativa (Q)

É a parcela da potência aparente que “não” realiza trabalho. Apenas é transferida e armazenada nos elementos passivos (capacitores e indutores) do circuito.

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (VAr) \quad \text{ou} \quad Q = S \cdot \sin \varphi \quad (VAr)$$

Triângulo de potências

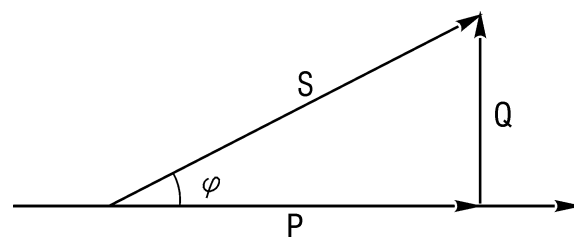


Figura 1.2 - Triângulo de potências (carga indutiva)

1.2.5 Fator de potência

O fator de potência, indicado por $\cos \varphi$, onde φ é o ângulo de defasagem da tensão em relação à corrente, é a relação entre a potência real (ativa) P e a potência aparente S (figura 1.2).

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P \text{ (kW)} \times 1000}{\sqrt{3} \times U \cdot I}$$

Assim,

- Carga Resistiva: $\cos \varphi = 1$
- Carga Indutiva: $\cos \varphi$ atrasado
- Carga Capacitiva: $\cos \varphi$ adiantado

Os termos, atrasado e adiantado, referem-se à fase da corrente em relação à fase da tensão.

Um motor não consome apenas potência ativa que é depois convertida em trabalho mecânico, mas também potência reativa, necessária para magnetização, mas que não produz trabalho. No diagrama da figura 1.3, o vetor P representa a potência ativa e o Q a potência reativa, que somadas resultam na potência aparente S. A relação entre potência ativa, medida em kW e a potência aparente medida em kVA, chama-se fator de potência.

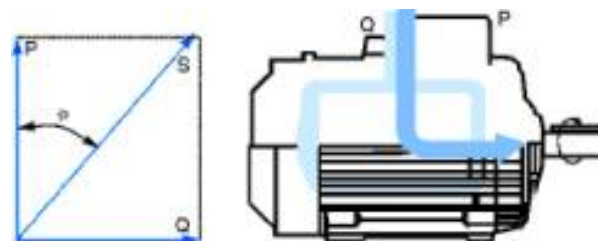


Figura 1.3 - O fator de potência é determinado medindo-se a potência de entrada, a tensão e a corrente de carga nominal

Importância do fator de potência

Visando otimizar o aproveitamento do sistema elétrico brasileiro, reduzindo o trânsito de energia reativa nas linhas de transmissão, subtransmissão e distribuição, a portaria do DNAEE número 85, de 25 de março de 1992, determina que o fator de potência de referência das cargas passasse dos então atuais 0,85 para 0,92. A mudança do fator de potência, dá maior disponibilidade de potência ativa no sistema, já que a energia reativa limita a capacidade de transporte de energia útil.

O motor elétrico é uma peça fundamental, pois dentro das indústrias, representa mais de 60% do consumo de energia. Logo, é imprescindível a utilização de motores com potência e características bem adequadas à sua função. O fator de potência varia com a carga do motor. Os catálogos WEG indicam os valores típicos desta variação.

Correção do fator de potência

O aumento do fator de potência é realizado, com a ligação de uma carga capacitiva, em geral, um capacitor ou motor síncrono super excitado, em paralelo com a carga.

Por exemplo:

Um motor elétrico, trifásico de 100cv (75kW), operando com 100% da potência nominal, com fator de potência original de 0,90. O fator de potência desejado é de 0,95.

1.2.6 Rendimento

O motor elétrico absorve energia elétrica da linha e a transforma em energia mecânica disponível no eixo. O rendimento define a eficiência com que é feita esta transformação.

Chamando “Potência útil” P_u a potência mecânica disponível no eixo e “Potência absorvida” P_a a potência elétrica que o motor retira da rede, o rendimento será a relação entre as duas, ou seja:

$$\eta = \frac{P_u \text{ (W)}}{P_a \text{ (W)}} = \frac{736 \times P \text{ (cv)}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi} = \frac{1000 \times P \text{ (kW)}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}$$

ou

$$\eta\% = \frac{736 \times P \text{ (cv)}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi} \times 100$$

1.2.7 Relação entre conjugado e potência

Quando a energia mecânica é aplicada sob a forma de movimento rotativo, a potência desenvolvida depende do conjugado C e da velocidade de rotação n. As relações são:

$$P \text{ (cv)} = \frac{C \text{ (kgfm)} \times n \text{ (rpm)}}{716} = \frac{C \text{ (Nm)} \times n \text{ (rpm)}}{7024}$$

$$P \text{ (kW)} = \frac{C \text{ (kgfm)} \times n \text{ (rpm)}}{974} = \frac{C \text{ (Nm)} \times n \text{ (rpm)}}{9555}$$

INVERSAMENTE

$$C \text{ (kgfm)} = \frac{716 \times P \text{ (cv)}}{n \text{ (rpm)}} = \frac{974 \times P \text{ (kW)}}{n \text{ (rpm)}}$$

$$C \text{ (Nm)} = \frac{7024 \times P \text{ (cv)}}{n \text{ (rpm)}} = \frac{9555 \times P \text{ (kW)}}{n \text{ (rpm)}}$$

1.3 Sistemas de corrente alternada monofásica

1.3.1 Generalidades

A corrente alternada se caracteriza pelo fato de que a tensão, em vez de permanecer fixa, como entre os pólos de uma bateria, varia com o tempo, mudando de sentido alternadamente, donde o seu nome.

No sistema monofásico uma tensão alternada U (volt) é gerada e aplicada entre dois fios, aos quais se liga a carga, que absorve uma corrente I (ampére) - ver figura 1.4a.

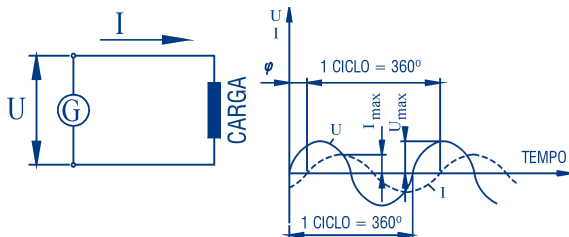


Figura 1.4a

Figura 1.4b

Se representarmos num gráfico os valores de U e I, a cada instante, vamos obter a figura 1.4b. Na figura 1.4b estão também indicadas algumas grandezas que serão definidas em seguida. Note que as ondas de tensão e de corrente não estão “em fase”, isto é, não passam pelo valor zero ao

mesmo tempo, embora tenham a mesma frequência; isto acontece para muitos tipos de carga, por exemplo, enrolamentos de motores (cargas reativas).

Frequência

É o número de vezes por segundo que a tensão muda de sentido e volta à condição inicial. É expressa em “ciclos por segundo” ou “hertz”, simbolizada por Hz.

Tensão máxima ($U_{m\acute{a}x}$)

É o valor de “pico” da tensão, ou seja, o maior valor instantâneo atingido pela tensão durante um ciclo (este valor é atingido duas vezes por ciclo, uma vez positivo e uma vez negativo).

Corrente máxima ($I_{m\acute{a}x}$)

É o valor “de pico” da corrente.

Valor eficaz de tensão e corrente (U e I)

É o valor da tensão e corrente contínuas que desenvolvem potência correspondente àquela desenvolvida pela corrente alternada. Pode-se demonstrar que o valor eficaz vale: $U = U_{m\acute{a}x} / \sqrt{2}$ e $I = I_{m\acute{a}x} / \sqrt{2}$.

Por exemplo: Se ligarmos uma “resistência” a um circuito de corrente alternada ($\cos \varphi = 1$) com $U_{m\acute{a}x} = 311$ volts e $I_{m\acute{a}x} = 14,14$ ampéres, a potência desenvolvida será:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{1}{2} U_{m\acute{a}x} \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi$$

$$P = 2.200 \text{ watts}$$

OBS.: Na linguagem normal, quando se fala em tensão e corrente, por exemplo, 220 volts ou 10 ampéres, sem especificar mais nada, estamos nos referindo à valores eficazes da tensão ou da corrente, que são empregados na prática.

Defasagem (φ)

É o “atraso” da onda de corrente em relação à onda da tensão (ver figura 1.4b). Em vez de ser medido em tempo (segundos), este atraso é geralmente medido em ângulo (graus) correspondente à fração de um ciclo completo, considerando 1 ciclo = 360°. Mas comumente a defasagem é expressa pelo cosseno do ângulo (ver item “1.2.5 - Fator de potência”).

1.3.2 Ligações em série e paralelo

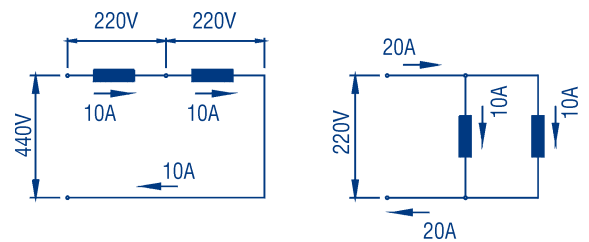


Figura 1.5a

Figura 1.5b

Se ligarmos duas cargas iguais a um sistema monofásico, esta ligação pode ser feita em dois modos:

- ligação em série (figura 1.5a), em que as duas cargas são atravessadas pela corrente total do circuito. Neste caso, a tensão em cada carga será a metade da tensão do circuito para cargas iguais.
- ligação em paralelo (figura 1.5b), em que é aplicada às duas cargas a tensão do circuito. Neste caso, a corrente em cada carga será a metade da corrente total do circuito para cargas iguais.

1.4 Sistemas de corrente alternada trifásica

O sistema trifásico é formado pela associação de três sistemas monofásicos de tensões U_1 , U_2 e U_3 tais que a defasagem entre elas seja de 120°, ou seja, os “atrasos” de U_2 em relação a U_1 , de U_3 em relação a U_2 e de U_1 em relação a U_3 sejam iguais a 120° (considerando um ciclo completo =

360°). O sistema é equilibrado, isto é, as três tensões têm o mesmo valor eficaz $U_1 = U_2 = U_3$ conforme figura 1.6.

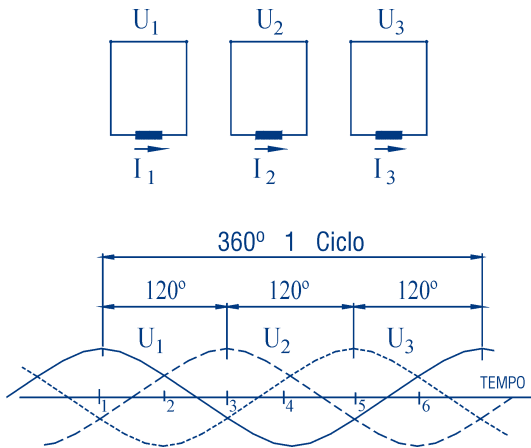


Figura 1.6

Ligando entre si os três sistemas monofásicos e eliminando os fios desnecessários, teremos um sistema trifásico: três tensões U_1, U_2 e U_3 equilibradas, defasadas entre si de 120° e aplicadas entre os três fios do sistema. A ligação pode ser feita de duas maneiras, representadas nos esquemas seguintes. Nestes esquemas, costuma-se representar as tensões com setas inclinadas ou vetores girantes, mantendo entre si o ângulo correspondente à defasagem (120°), conforme figuras 1.7a, b e c, e figuras 1.8a, b e c.

1.4.1 Ligação triângulo

Se ligarmos os três sistemas monofásicos entre si, como indicam as figuras 1.7a, b e c, podemos eliminar três fios, deixando apenas um em cada ponto de ligação, e o sistema trifásico ficará reduzido a três fios L_1, L_2 e L_3 .

Tensão de linha (U)

É a tensão nominal do sistema trifásico aplicada entre dois quaisquer dos três fios L_1, L_2 e L_3 .

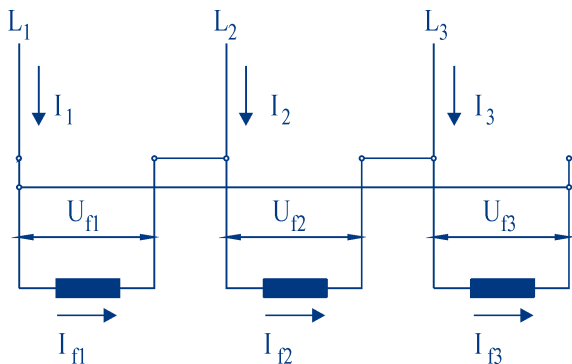


Figura 1.7a - Ligações

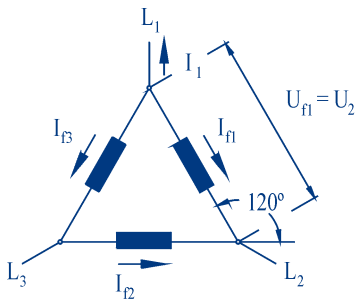


Figura 1.7b - Esquema

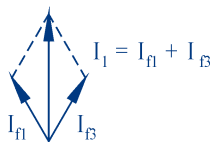


Figura 1.7c - Diagrama

Corrente de linha (I)

É a corrente em qualquer um dos três fios L_1, L_2 e L_3 .

Tensão e corrente de fase (U_f e I_f)

É a tensão e corrente de cada um dos três sistemas monofásicos considerados.

Examinando o esquema da figura 1.7b, vê-se que:

$$U = U_f$$

$$I = \sqrt{3} \cdot I_f = 1,732 I_f$$

$$I = I_{f1} + I_{f3} \text{ (figura 1.7c)}$$

Exemplo: Temos um sistema equilibrado de tensão nominal 220 volts. A corrente de linha medida é 10 ampéres. Ligando a este sistema uma carga trifásica composta de três cargas iguais ligadas em triângulo, qual a tensão e a corrente em cada uma das cargas?

Temos $U_f = U_f = 220$ volts em cada uma das cargas.

Se $I = 1,732 \cdot I_f$, temos $I_f = 0,577 \cdot I = 0,577 \times 10 = 5,77$ ampéres em cada uma das cargas.

1.4.2 Ligação estrela

Ligando um dos fios de cada sistema monofásico a um ponto comum aos três, os três fios restantes formam um sistema trifásico em estrela (figura 1.8a).

Às vezes, o sistema trifásico em estrela é "a quatro fios" ou "com neutro". O quarto fio é ligado ao ponto comum às três fases. A tensão de linha ou tensão nominal do sistema trifásico e a corrente de linha, são definidas do mesmo modo que na ligação triângulo.

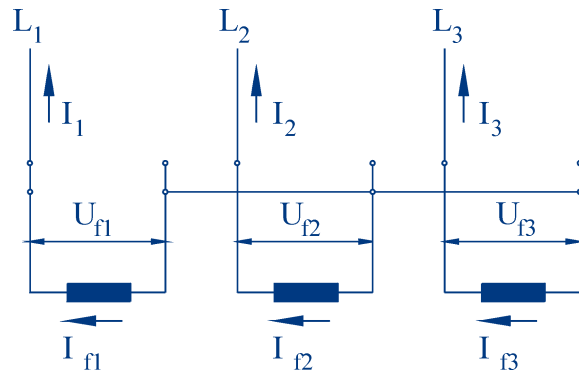


Figura 1.8a - Ligações

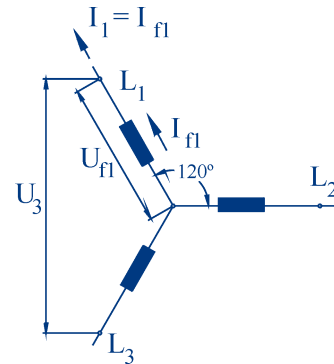


Figura 1.8b - Esquema

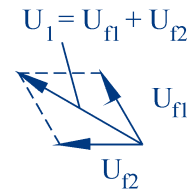


Figura 1.8c - Diagrama

Examinando o esquema da figura 1.8b, vê-se que:

$$I = I_f$$

$$U = \sqrt{3} \cdot U_f = 1,732 U_f$$

$$U = U_{f1} + U_{f2} \text{ (figura 1.8c)}$$

Exemplo: Temos uma carga trifásica composta de três cargas iguais; cada carga é feita para ser ligada a uma tensão de 220 volts, absorvendo 5,77 ampéres.

Qual a tensão nominal do sistema trifásico que alimenta esta carga em suas condições normais (220 volts e 5,77 ampéres)? Qual a corrente de linha?

Temos $U_l = 220$ volts (normal de cada carga)

$U = 1,732 \times 220 = 380$ volts

$I = I_l = 5,77$ ampéres

1.5 Motor de indução trifásico

O motor de indução trifásico (figura 1.9) é composto fundamentalmente de duas partes: estator e rotor.

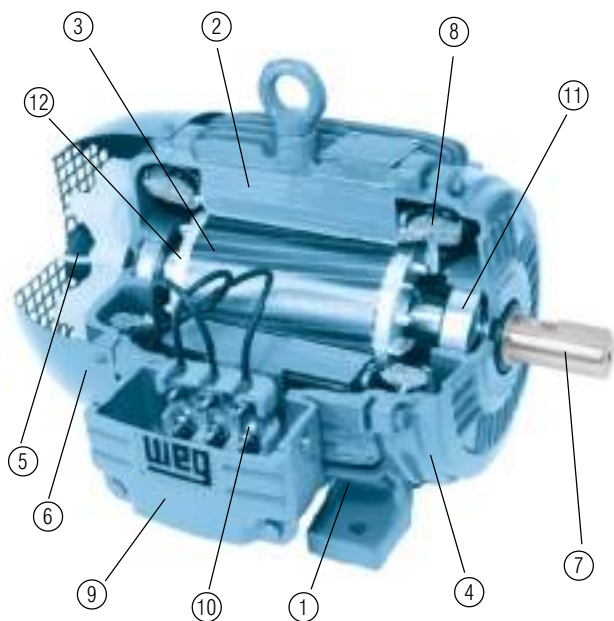


Figura 1.9

Estator

- Carcaça (1) - é a estrutura suporte do conjunto; de construção robusta em ferro fundido, aço ou alumínio injetado, resistente à corrosão e com aletas.
- Núcleo de chapas (2) - as chapas são de aço magnético, tratadas termicamente para reduzir ao mínimo as perdas no ferro.
- Enrolamento trifásico (8) - três conjuntos iguais de bobinas, uma para cada fase, formando um sistema trifásico ligado à rede trifásica de alimentação.

Rotor

- Eixo (7) - transmite a potência mecânica desenvolvida pelo motor. É tratado termicamente para evitar problemas como empenamento e fadiga.
- Núcleo de chapas (3) - as chapas possuem as mesmas características das chapas do estator.
- Barras e anéis de curto-circuito (12) - são de alumínio injetado sob pressão numa única peça.

Outras partes do motor de indução trifásico:

- Tampa (4)
- Ventilador (5)
- Tampa defletora (6)
- Caixa de ligação (9)
- Terminais (10)
- Rolamentos (11)

O foco deste manual é o “motor de gaiola”, cujo rotor é constituído de um conjunto de barras não isoladas e interligadas por anéis de curto-circuito. O que caracteriza o motor de indução é que só o estator é ligado à rede de alimentação. O rotor não é alimentado externamente e as correntes que circulam nele, são induzidas eletromagneticamente pelo estator, donde o seu nome de motor de indução.

1.5.1 Princípio de funcionamento - campo girante

Quando uma bobina é percorrida por uma corrente elétrica, é criado um campo magnético dirigido conforme o eixo da bobina e de valor proporcional à corrente.

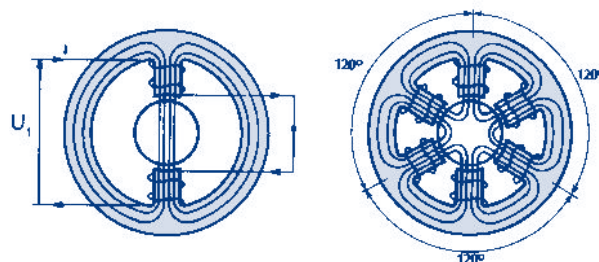


Figura 1.10a

Figura 1.10b

a) Na figura 1.10a é indicado um “enrolamento monofásico” atravessado por uma corrente I , e o campo H é criado por ela; o enrolamento é constituído de um par de polos (um pólo “norte” e um pólo “sul”), cujos efeitos se somam para estabelecer o campo H . O fluxo magnético atravessa o rotor entre os dois polos e se fecha através do núcleo do estator.

Se a corrente I é alternada, o campo H também é, e o seu valor a cada instante será representado pelo mesmo gráfico da figura 1.4b, inclusive invertendo o sentido em cada meio ciclo.

O campo H é “pulsante” pois, sua intensidade “varia” proporcionalmente à corrente, sempre na “mesma” direção norte-sul.

b) Na figura 1.10b é indicado um “enrolamento trifásico”, que é transformado por três monofásicos espaçados entre si de 120° . Se este enrolamento for alimentado por um sistema trifásico, as correntes I_1 , I_2 e I_3 criarão, do mesmo modo, os seus próprios campos magnéticos H_1 , H_2 e H_3 . Estes campos são espaçados entre si de 120° . Além disso, como são proporcionais às respectivas correntes, serão defasados no tempo, também de 120° entre si e podem ser representados por um gráfico igual ao da figura 1.6. O campo total H resultante, a cada instante, será igual à soma gráfica dos três campos H_1 , H_2 e H_3 naquele instante.

Na figura 1.11, representamos esta soma gráfica para seis instantes sucessivos.

Soma gráfica

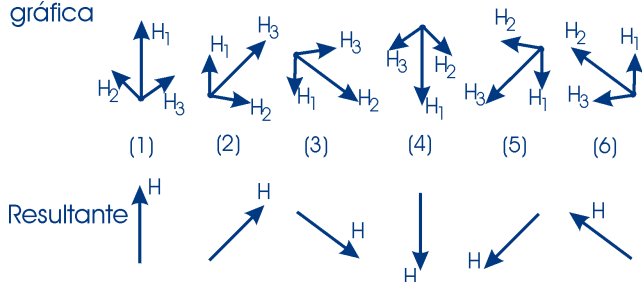


Figura 1.11

No instante (1), a figura 1.6, mostra que o campo H_1 é máximo e os campos H_2 e H_3 são negativos e de mesmo valor, iguais a 0,5. Os três campos são representados na figura 1.11 (1), parte superior, levando em conta que o campo negativo é representado por uma seta de sentido oposto ao que seria normal; o campo resultante (soma gráfica) é mostrado na parte inferior da figura 1.11 (1), tendo a mesma direção do enrolamento da fase 1.

Repetindo a construção para os pontos 2, 3, 4, 5 e 6 da figura 1.6, observa-se que o campo resultante H tem intensidade “constante”, porém sua direção vai “girando”, completando uma volta no fim de um ciclo.

Assim, quando um enrolamento trifásico é alimentado por correntes trifásicas, cria-se um “campo girante”, como se houvesse um único par de polos girantes, de intensidade constante. Este campo girante, criado pelo

enrolamento trifásico do estator, induz tensões nas barras do rotor (linhas de fluxo cortam as barras do rotor) as quais geram correntes, e consequentemente, um campo no rotor, de polaridade oposta à do campo girante. Como campos opostos se atraem e como o campo do estator (campo girante) é rotativo, o rotor tende a acompanhar a rotação deste campo. Desenvolve-se então, no rotor, um conjugado motor que faz com que ele gire, acionando a carga.

1.5.2 Velocidade síncrona (n_s)

A velocidade síncrona do motor é definida pela velocidade de rotação do campo girante, a qual depende do número de pólos (2p) do motor e da frequência (f) da rede, em hertz.

Os enrolamentos podem ser construídos com um ou mais pares de pólos, que se distribuem alternadamente (um “norte” e um “sul”) ao longo da periferia do núcleo magnético. O campo girante percorre um par de pólos (p) a cada ciclo. Assim, como o enrolamento tem pólos ou “p” pares de pólos, a velocidade do campo será:

$$n_s = \frac{60 \times f}{p} = \frac{120 \times f}{2p} \quad (\text{rpm})$$

Exemplos:

a) Qual a rotação síncrona de um motor de 6 pólos, 50Hz?

$$n_s = \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ rpm}$$

b) Motor de 12 pólos, 60Hz?

$$n_s = \frac{120 \times 60}{12} = 600 \text{ rpm}$$

Note que o número de pólos do motor terá que ser sempre par, para formar os pares de pólos. Para as frequências e “polaridades” usuais, as velocidades síncronas são:

Tabela 1.3 - Velocidades síncronas

Nº de pólos	Rotação síncrona por minuto	
	60 Hertz	50 Hertz
2	3.600	3.000
4	1.800	1.500
6	1.200	1.000
8	900	750
10	720	600

Para motores de “dois pólos”, como no item 1.5.1, o campo percorre uma volta a cada ciclo. Assim, os graus elétricos equivalem aos graus mecânicos. Para motores com mais de dois pólos, de acordo com o número de pólos, um giro “geométrico” menor.

Por exemplo: Para um motor de seis pólos termos, em um ciclo completo, um giro do campo de 360° x 2/6 = 120° geométricos. Isto equivale, logicamente, a 1/3 da velocidade em dois pólos. Conclui-se, assim, que:

Graus geométricos = Graus mecânicos x p

1.5.3 Escorregamento (s)

Se o motor gira a uma velocidade diferente da velocidade síncrona, ou seja, diferente da velocidade do campo girante, o enrolamento do rotor “corta” as linhas de força magnética do campo e, pelas leis do eletromagnetismo, circularão nele corrente induzidas.

Quanto maior a carga, maior terá que ser o conjugado necessário para acioná-la. Para obter o conjugado, terá que ser maior a diferença de velocidade para que as correntes induzidas e os campos produzidos sejam maiores. Portanto, à medida que a carga aumenta cai a rotação do motor. Quando a

carga é zero (motor em vazio) o rotor girará praticamente com a rotação síncrona. A diferença entre a velocidade do motor n e a velocidade síncrona n_s chama-se escorregamento s, que pode ser expresso em rpm, como fração da velocidade síncrona, ou como porcentagem desta

$$s \text{ (rpm)} = n_s - n ; s = \frac{n_s - n}{n_s} ; s \text{ (\%)} = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$

Para um dado escorregamento s(%), a velocidade do motor será, portanto

$$n = n_s \times \left(1 - \frac{S \text{ (\%)}}{100} \right)$$

Exemplo: Qual o escorregamento de um motor de 6 pólos, 50Hz, se sua velocidade é de 960 rpm?

$$s \text{ (\%)} = \frac{1000 - 960}{1000} \times 100$$

$$s \text{ (\%)} = 4\%$$

1.5.4 Velocidade nominal

É a velocidade (rpm) do motor funcionando à potência nominal, sob tensão e frequência nominais. Conforme foi visto no item 1.5.3, depende do escorregamento e da velocidade síncrona.

$$n = n_s \times \left(1 - \frac{s \text{ \%}}{100} \right) \quad (\text{rpm})$$

ESPECIFICAÇÃO

2. Características da rede de alimentação

2.1 O sistema

No Brasil, o sistema de alimentação pode ser monofásico ou trifásico. O sistema monofásico é utilizado em serviços domésticos, comerciais e rurais, enquanto o sistema trifásico, em aplicações industriais, ambos em 60Hz.

2.1.1 Trifásico

As tensões trifásicas mais usadas nas redes industriais são:

- Baixa tensão: 220V, 380V e 440V
- Média tensão: 2.300 V, 4.160 V e 6.600 V

O sistema trifásico estrela de baixa tensão, consiste de três condutores de fase (L1, L2, L3) e o condutor neutro (N), sendo este, conectado ao ponto estrela do gerador ou secundário dos transformadores (conforme mostra figura 2.1).

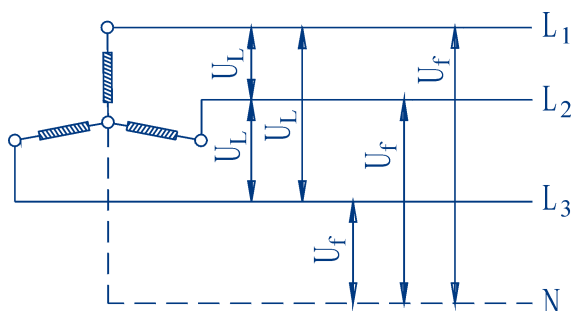


Figura 2.1 - Sistema trifásico

2.1.2 Monofásico

As tensões monofásicas padronizadas no Brasil são as de 127V (conhecida como 110V) e 220V.

Os motores monofásicos são ligados à duas fases (tensão de linha U_L) ou à uma fase e o neutro (tensão de fase U_f). Assim, a tensão nominal do motor monofásico deverá ser igual à tensão U_L ou U_f do sistema.

Quando vários motores monofásicos são conectados ao sistema trifásico (formado por três sistemas monofásicos), deve-se tomar o cuidado para distribuí-los de maneira uniforme, evitando-se assim, desequilíbrio entre as fases.

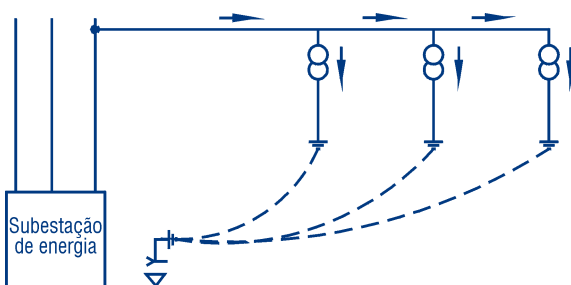
Monofásico com retorno por terra - MRT

O sistema monofásico com retorno por terra - MRT -, é um sistema elétrico em que a terra funciona como condutor de retorno da corrente de carga. Afigura-se como solução para o emprego no monofásico a partir de alimentadores que não têm o condutor neutro. Dependendo da natureza do sistema elétrico existente e características do solo onde será implantado (geralmente na eletrificação rural), tem-se:

a) Sistema monofilar

É a versão mais prática e econômica do MRT, porém, sua utilização só é possível onde a saída da subestação de origem é estrela-triângulo.

Figura 2.2 - Sistema monofilar



b) Sistema monofilar com transformador de isolamento

Este sistema possui algumas desvantagens, além do custo do transformador,

como:

- 1) Limitação da potência do ramal à potência nominal do transformador de isolamento;
- 2) Necessidade de reforçar o aterramento do transformador de isolamento, pois, na sua falta, cessa o fornecimento de energia para todo o ramal.

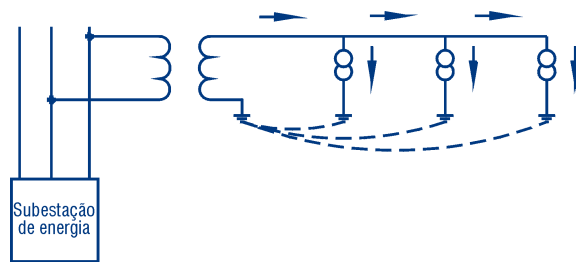


Figura 2.3 - Sistema monofilar com transformador de isolamento

c) Sistema MRT na versão neutro parcial

É empregado como solução para a utilização do MRT em regiões de solos de alta resistividade, quando se torna difícil obter valores de resistência de terra dos transformadores dentro dos limites máximos estabelecidos no projeto.

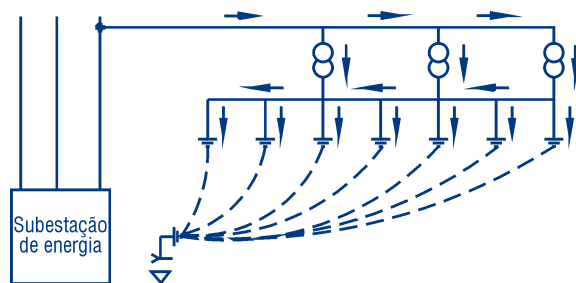


Figura 2.4 - Sistema MRT na versão neutro parcial

2.2 Tensão nominal

É a tensão para a qual o motor foi projetado.

2.2.1 Tensão nominal múltipla

A grande maioria dos motores é fornecida com terminais do enrolamento religáveis, de modo a poderem funcionar em redes de pelo menos duas tensões diferentes. Os principais tipos de religação de terminais de motores para funcionamento em mais de uma tensão são:

a) Ligação série-paralela

O enrolamento de cada fase é dividido em duas partes (lembrar que o número de pólos é sempre par, de modo que este tipo de ligação é sempre possível). Ligando as duas metades em série, cada metade ficará com a metade da tensão de fase nominal do motor. Ligando as duas metades em paralelo, o motor poderá ser alimentado com uma tensão igual à metade da tensão anterior, sem que se altere a tensão aplicada a cada bobina. Veja os exemplos das figuras 2.5a e b.

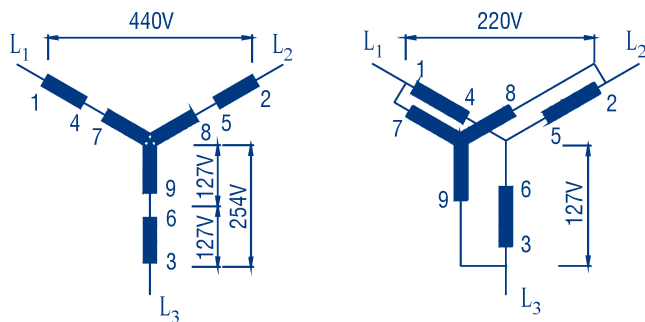


Figura 2.5a - Ligação série-paralelo Y

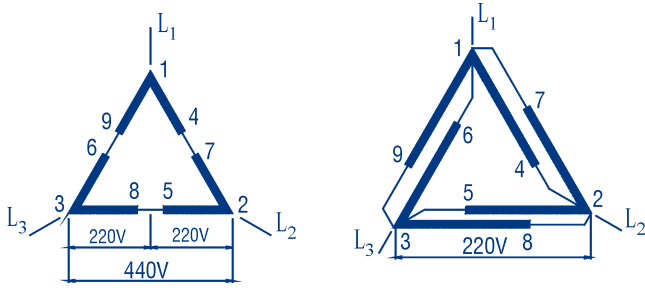


Figura 2.5b - Ligações série-paralelo Δ

Este tipo de ligação exige nove terminais no motor e a tensão nominal (dupla) mais comum, é 220/440V, ou seja, o motor é religado na ligação paralela quando alimentado com 220V e na ligação série quando alimentado em 440V. As figura 2.5a e 2.5b mostram a numeração normal dos terminais e os esquemas de ligação para estes tipos de motores, tanto para motores ligados em estrela como em triângulo. Os mesmos esquemas servem para outras duas tensões quaisquer, desde que uma seja o dobro da outra, por exemplo, 230/460V

b) *Ligação estrela-triângulo*

O enrolamento de cada fase tem as duas pontas trazidas para fora do motor. Se ligarmos as três fases em triângulo, cada fase receberá a tensão da linha, por exemplo, 220V (figura 2.6). Se ligarmos as três fases em estrela, o motor pode ser ligado a uma linha de tensão igual a $220 \times \sqrt{3} = 380$ volts sem alterar a tensão no enrolamento que continua igual a 220 volts por fase, pois,

$$U_l = U \sqrt{3}$$

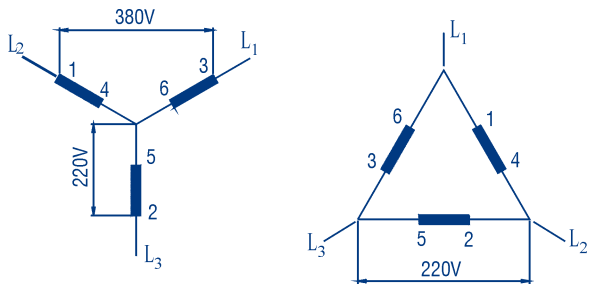


Figura 2.6 - Ligações estrela-triângulo Y - Δ

Este tipo de ligação exige seis terminais no motor e serve para quaisquer tensões nominais duplas, desde que a segunda seja igual à primeira multiplicada por $\sqrt{3}$.

Exemplos: 220/380V - 380/660V - 440/760V

Nos exemplos 380/660V e 440/760V, a tensão maior declarada só serve para indicar que o motor pode ser acionado através de uma chave de partida estrela-triângulo.

Motores que possuem tensão nominal de operação acima de 660V deverão possuir um sistema de isolamento especial, apto a esta condição.

c) *Tripla tensão nominal*

Podemos combinar os dois casos anteriores: o enrolamento de cada fase é dividido em duas metades para ligação série-paralelo. Além disso, todos os terminais são acessíveis para podermos ligar as três fases em estrela ou triângulo. Deste modo, temos quatro 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 $\sqrt{3}$ vezes a terceira. Mas, como esta tensão seria maior que 600V, é indicada apenas como referência de ligação estrela-triângulo.

Exemplo: 220/380/440(760) V

Este tipo de ligação exige 12 terminais e a figura 2.7 mostra a numeração normal dos terminais e o esquema de ligação para as três tensões nominais.

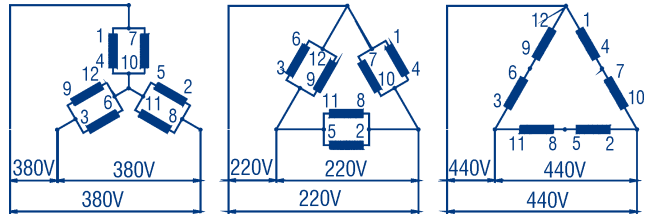


Figura 2.7

2.3 **Frequência nominal (Hz)**

É a frequência da rede para a qual o motor foi projetado.

2.3.1 **Ligação em frequências diferentes**

Motores trifásicos bobinados para 50Hz poderão ser ligados também em rede de 60Hz.

a) Ligando o motor de 50Hz, com a mesma tensão, em 60Hz

- a potência do motor será a mesma;
- a corrente nominal é a mesma;
- a corrente de partida diminui em 17%;
- o conjugado de partida diminui em 17%;
- o conjugado máximo diminui em 17%;
- a velocidade nominal aumenta em 20%.

Nota: Deverão ser observados os valores de potência requeridos, para motores que acionam equipamentos que possuem conjugados variáveis com a rotação.

b) Se alterar a tensão em proporção à frequência:

- aumenta a potência do motor 20%;
- a corrente nominal é a mesma;
- a corrente de partida será aproximadamente a mesma;
- o conjugado de partida será aproximadamente o mesmo;
- o conjugado máximo será aproximadamente o mesmo;
- a rotação nominal aumenta 20%.

Quando o motor for ligado em 60Hz com a bobinação 50Hz, poderemos aumentar a potência em 15% para II pólos e 20% para IV, VI e VIII pólos.

2.4 **Tolerância de variação de tensão e frequência**

Conforme norma NBR 7094:1996 (cap. 4 - item 4.3.3). Para os motores de indução, as combinações das variações de tensão e de frequência são classificadas como Zona A ou Zona B, conforme figura 2.8.

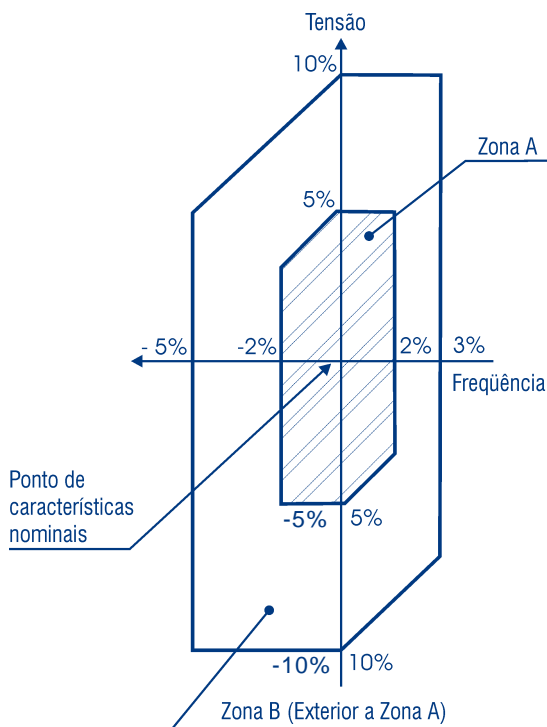


Figura 2.8 - Limites das variações de tensão e de frequência em funcionamento

Um motor deve ser capaz de desempenhar sua função principal continuamente na **Zona A**, mas pode não atender completamente às suas características de desempenho à tensão e frequência nominais (ver ponto de características nominais na figura 2.8), apresentando alguns desvios. As elevações de temperatura podem ser superiores àquelas à tensão e frequência nominais. Um motor deve ser capaz de desempenhar sua função principal na **Zona B**, mas pode apresentar desvios superiores àquelas da Zona A no que se refere às características de desempenho à tensão e frequência nominais. As elevações de temperatura podem ser superiores às verificadas com tensão e frequência nominais e muito provavelmente superiores àquelas da Zona A. O funcionamento prolongado na periferia da Zona B não é recomendado.

2.5 Limitação da corrente de partida em motores trifásicos

Partida direta

A partida de um motor trifásico de gaiola, deverá ser direta, por meio de contatores. Deve-se ter em conta que para um determinado motor, as curvas de conjugado e corrente são fixas, independente da carga, para uma tensão constante.

No caso em que a corrente de partida do motor é elevada podem ocorrer as seguintes conseqüências prejudiciais:

- Elevada queda de tensão no sistema de alimentação da rede. Em função disto, provoca a interferência em equipamentos instalados no sistema;
- O sistema de proteção (cabos, contatores) deverá ser superdimensionado, ocasionando um custo elevado;
- A imposição das concessionárias de energia elétrica que limitam a queda de tensão da rede.

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

- chave estrela-triângulo
- chave compensadora
- chave série-paralelo
- partida eletrônica (soft-starter)

2.5.1 Partida com chave estrela-triângulo (Y - Δ)

É fundamental para a partida que o motor tenha a possibilidade de ligação em dupla tensão, ou seja, em 220/380V, em 380/660V ou 440/760V. Os motores deverão ter no mínimo seis bornes de ligação. A partida estrela-triângulo poderá ser usada quando a curva de conjugado do motor é suficientemente elevada para poder garantir a aceleração da máquina com a corrente reduzida. Na ligação estrela, a corrente fica reduzida para 25 a

33% da corrente de partida na ligação triângulo. O conjugado resistente da carga não poderá ultrapassar o conjugado de partida do motor (figura 2.9), nem a corrente no instante da mudança para triângulo poderá ser de valor inaceitável. Existem casos onde este sistema de partida não pode ser usado, conforme demonstra a figura 2.10.

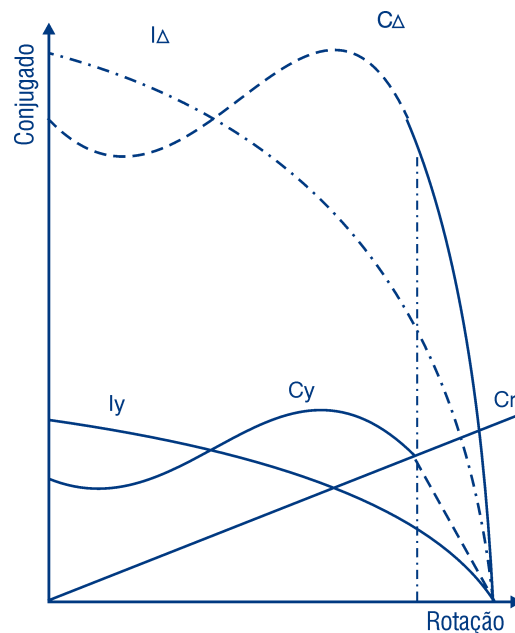


Figura 2.9 - Corrente e conjugado para partida estrela-triângulo de um motor de gaiola acionando uma carga com conjugado resistente C_r .
 I_{Δ} - corrente em triângulo
 I_Y - corrente em estrela
 C_Y - conjugado em estrela
 C_{Δ} - conjugado em triângulo
 C_r - conjugado resistente

Na figura 2.9 temos um alto conjugado resistente C_r . Se a partida for em estrela, o motor acelera a carga aproximadamente até 85% da rotação nominal. Neste ponto, a chave deverá ser ligada em triângulo. Neste caso, a corrente, que era aproximadamente a nominal, ou seja, 100%, salta repentinamente para 320%, o que não é nenhuma vantagem, uma vez que na partida era de somente 190%.

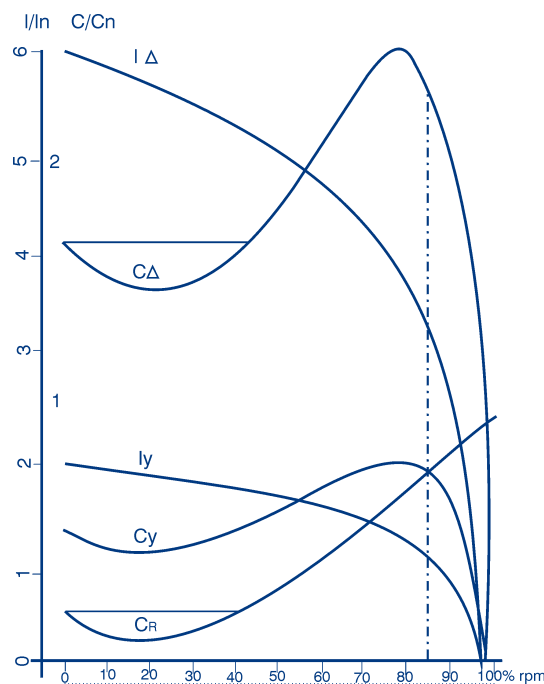


Figura 2.10

Na figura 2.11 temos o motor com as mesmas características, porém, o conjugado resistente C_r , é bem menor. Na ligação Y, o motor acelera a carga até 95% da rotação nominal. Quando a chave é ligada em Δ , a corrente, que era de aproximadamente 50%, sobe para 170%, ou seja, praticamente igual a da partida em Y. Neste caso, a ligação estrela-triângulo apresenta vantagem, porque se fosse ligado direto, absorveria da rede 600% da corrente nominal. **A chave estrela-triângulo em geral só pode ser empregada em partidas da máquina em vazio**, isto é, sem carga. Somente depois de ter atingido pelo menos 90% da rotação nominal, a carga poderá ser aplicada. O instante da comutação de estrela para triângulo deve ser criteriosamente determinado, para que este método de partida possa efetivamente ser vantajoso nos casos em que a partida direta não é possível. No caso de motores tripla tensão nominal (220/380/440/760V), deve-se optar pela ligação 220/380V ou 440/(760)V, dependendo da rede de alimentação.

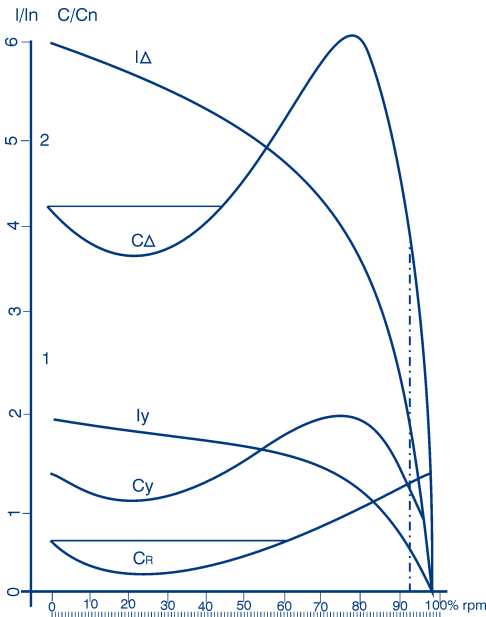


Figura 2.11

- I_{Δ} - corrente em triângulo
- I_Y - corrente em estrela
- C_{Δ} - conjugado em triângulo
- C_Y - conjugado em estrela
- C/C_n - relação entre o conjugado do motor e o conjugado nominal
- I/I_n - relação entre a corrente de partida e a corrente nominal
- C_r - conjugado resistente

Esquemáticamente, a ligação estrela-triângulo num motor para uma rede de 220V é feita da maneira indicada na figura 2.12, notando-se que a tensão por fase durante a partida é reduzida para 127V.

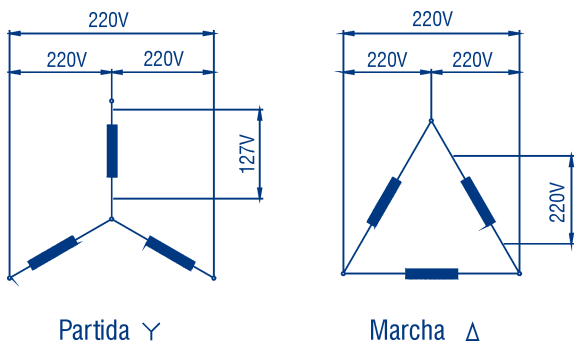


Figura 2.12

2.5.2 Partida com chave compensadora (auto-transformador)

A chave compensadora pode ser usada para a partida de motores sob carga. Ela reduz a corrente de partida, evitando uma sobrecarga no circuito, deixando, porém, o motor com um conjugado suficiente para a partida e

aceleração. A tensão na chave compensadora é reduzida através de autotransformador que possui normalmente taps de 50, 65 e 80% da tensão nominal.

Para os motores que partem com uma tensão menor que a tensão 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) obtidos no gráfico da figura 2.13.

RELAÇÃO DE TENSÕES

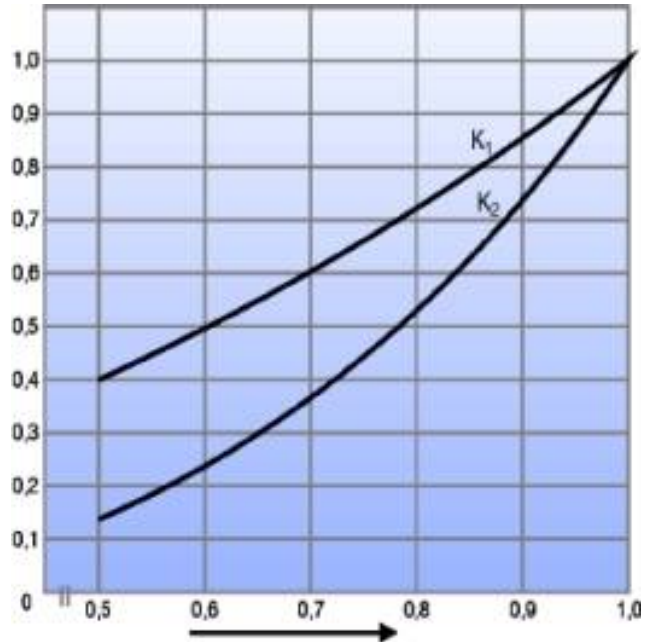
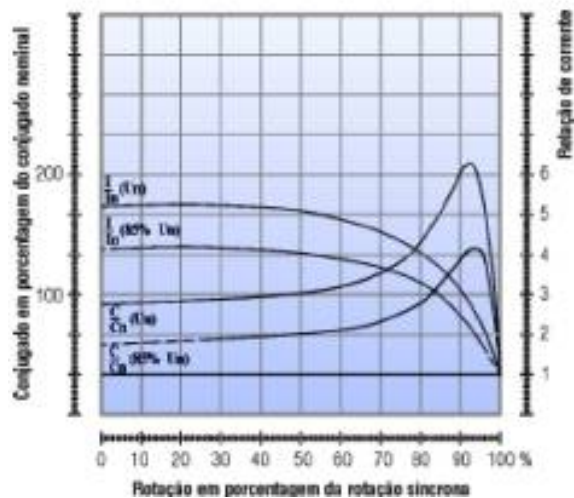


Figura 2.13 - Fatores de redução K_1 e K_2 em função das relações de tensão do motor e da rede U_m/U_n

Exemplo: Para 85% da tensão nominal

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



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

Figura 2.14 - Exemplo das características de desempenho de um motor de 425cv, VI pólos, quando parte com 85% da tensão

2.5.3 Comparação entre chaves estrela-triângulo e compensadoras “automáticas”

1) Estrela triângulo (automática)

Vantagens

- A chave estrela-triângulo é muito utilizada por seu custo reduzido.
- Não tem limite quanto ao seu número de manobras.
- Os componentes ocupam pouco espaço.
- A corrente de partida fica reduzida para aproximadamente 1/3.

Desvantagens

- A chave só pode ser aplicada a motores cujos seis bornes ou terminais sejam acessíveis.
- A tensão da rede deve coincidir com a tensão em triângulo do motor.
- Com a corrente de partida reduzida para aproximadamente 1/3 da corrente nominal, reduz-se também o momento de partida para 1/3.
- Caso o motor não atinja pelo menos 90% de sua velocidade nominal, o pico de corrente na comutação de estrela para triângulo será quase como se fosse uma partida direta, o que se torna prejudicial aos contatos dos contatores e não traz nenhuma vantagem para a rede elétrica.

2) Chave compensadora (automática)

Vantagens

- No tap de 65% a corrente de linha é aproximadamente igual à da chave estrela-triângulo, entretanto, na passagem da tensão reduzida para a tensão da rede, o motor não é desligado e o segundo pico é bem reduzido, visto que o auto-transformador por curto tempo se torna uma reatância.
- É possível a variação do tap de 65 para 80% ou até para 90% da tensão da rede, a fim de que o motor possa partir satisfatoriamente.

Desvantagens

- A grande desvantagem é a limitação de sua frequência de manobras. Na chave compensadora automática é sempre necessário saber a sua frequência de manobra para determinar o auto-transformador conveniente.
- A chave compensadora é bem mais cara do que a chave estrela-triângulo, devido ao auto-transformador.
- Devido ao tamanho do auto-transformador, a construção se torna volumosa, necessitando quadros maiores, o que torna o seu preço elevado.

2.5.4 Partida com chave série-paralelo

Para partida em série-paralelo 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 220/440V, 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.

2.5.5 Partida eletrônica (soft-starter)

O avanço da eletrônica permitiu a criação da chave de partida a estado sólido, a qual consiste de um conjunto de pares de tiristores (SCR) (ou combinações de tiristores/diodos), um em cada borne de potência do motor. O ângulo de disparo de cada par de tiristores é controlado eletronicamente para aplicar uma tensão variável aos terminais do motor durante a aceleração. No final do período de partida, ajustável tipicamente entre 2 e 30 segundos, a tensão atinge seu valor pleno após uma aceleração suave ou uma rampa ascendente, ao invés de ser submetido a incrementos ou saltos repentinos. Com isso, consegue-se manter a corrente de partida (na linha) próxima da nominal e com suave variação.

Além da vantagem do controle da tensão (corrente) durante a partida, a chave eletrônica apresenta, também, a vantagem de não possuir partes móveis ou que gerem arco, como nas chaves mecânicas. Este é um dos pontos fortes das chaves eletrônicas, pois sua vida útil torna-se mais longa.

Tabela 2.1 - Métodos de Partida x Motores

Execução dos enrolamentos	Tensão de serviço	Partida com chave estrela-triângulo	Partida com chave compensadora	Partida com chave série-paralela	Partida com Soft-starter
220/380 V	220V 380V	SIM NÃO	SIM SIM	NÃO NÃO	SIM SIM
220/440V 230/460V	220V/230V/ 440V/460V	NÃO NÃO	SIM SIM	SIM NÃO	SIM SIM
380/660V	380V	SIM	SIM	NÃO	SIM
220/380/440/760V	220V 380 440	SIM NÃO SIM	SIM SIM SIM	SIM SIM NÃO	SIM SIM SIM

2.6 Sentido de rotação de motores de indução trifásicos

Um motor de indução trifásico trabalhará em qualquer sentido dependendo da conexão com a fonte elétrica. Para inverter o sentido de rotação, inverte-se qualquer par de conexões entre motor e fonte elétrica.

Os motores WEG possuem ventilador bidirecional, proporcionando sua operação em qualquer sentido de rotação, sem prejudicar a refrigeração do motor.

3. Características de aceleração

3.1 Conjuguados

3.1.1 Curva conjugado X velocidade

Definição

O motor de indução tem conjugado igual a zero à velocidade síncrona. À medida que a carga vai aumentando, a rotação do motor vai caindo gradativamente, até um ponto em que o conjugado atinge o valor máximo que o motor é capaz de desenvolver em rotação normal. Se o conjugado da carga aumentar mais, a rotação do motor cai bruscamente, podendo chegar a travar o rotor. Representando num gráfico a variação do conjugado com a velocidade para um motor normal, vamos obter uma curva com aspecto representado na figura 3.1.

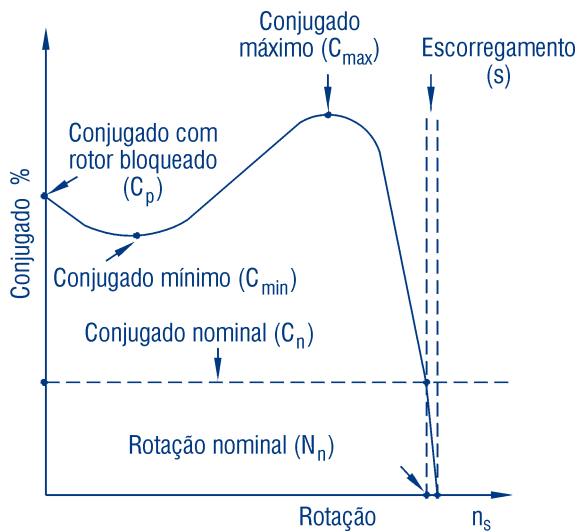


Figura 3.1 - Curva conjugado x rotação

C_o : **Conjugado básico** - é o conjugado calculado em função da potência e velocidade síncrona.

$$C_o \text{ (Kgf)} = \frac{716 \times P \text{ (cv)}}{n_s \text{ (rpm)}} = \frac{974 \times P \text{ (kW)}}{n_s \text{ (rpm)}}$$

$$C_o \text{ (Nm)} = \frac{7024 \times P \text{ (cv)}}{n_s \text{ (rpm)}} = \frac{9555 \times P \text{ (kW)}}{n_s \text{ (rpm)}}$$

C_n : **Conjugado nominal ou de plena carga** - é o conjugado desenvolvido pelo motor à potência nominal, sob tensão e frequência nominais.

C_p : **Conjugado com rotor bloqueado ou conjugado de partida ou, ainda, conjugado de arranque** - é o conjugado mínimo desenvolvido pelo motor bloqueado, para todas as posições angulares do rotor, sob tensão e frequência nominais.

Comentários

- Esta definição leva em conta o fato de que o conjugado com o rotor bloqueado pode variar um pouco conforme a posição em que se trava o motor.
- Este conjugado pode ser expresso em Nm ou, mais comumente, em porcentagem do conjugado nominal.

$$C_p \text{ (\%)} = \frac{C_p \text{ (Nm)}}{C_n \text{ (Nm)}} \times 100$$

- Na prática, o conjugado de rotor bloqueado deve ser o mais alto possível, para que o rotor possa vencer a inércia inicial da carga e possa acelerá-la rapidamente, principalmente quando a partida é com tensão reduzida.

Na figura 3.1 destacamos e definimos alguns pontos importantes. Os valores dos conjugados relativos a estes pontos são especificados pela norma NBR 7094 da ABNT, e serão apresentados a seguir:

C_{min} : **Conjugado mínimo** - é o menor conjugado desenvolvido pelo motor ao acelerar desde a velocidade zero até a velocidade correspondente ao conjugado máximo.

Na prática, este valor não deve ser muito baixo, isto é, a curva não deve apresentar uma depressão acentuada na aceleração, para que a partida não seja muito demorada, sobreaquecendo o motor, especialmente nos casos de alta inércia ou partida com tensão reduzida.

C_{max} : **Conjugado máximo** - é o maior conjugado desenvolvido pelo motor, sob tensão e frequência nominal, sem queda brusca de velocidade. Na prática, o conjugado máximo deve ser o mais alto possível, por duas razões principais:

- O motor deve ser capaz de vencer, sem grandes dificuldades, eventuais picos de carga como pode acontecer em certas aplicações, como em britadores, calandras, misturadores e outras.
- O motor não deve arriar, isto é, perder bruscamente a velocidade, quando ocorrem quedas de tensão, momentaneamente, excessivas.

3.1.2 Categorias - valores mínimos normalizados

Conforme as suas características de conjugado em relação à velocidade e corrente de partida, os motores de indução trifásicos com rotor de gaiola, são classificados em categorias, cada uma adequada a um tipo de carga. Estas categorias são definidas em norma (NBR 7094), e são as seguintes:

Categoria N

Conjugado de partida normal, corrente de partida normal; baixo escorregamento. Constituem a maioria dos motores encontrados no mercado e prestam-se ao acionamento de cargas normais, como bombas, máquinas operatrizes, ventiladores.

Categoria H

Conjugado de partida alto, corrente de partida normal; baixo escorregamento. Usados para cargas que exigem maior conjugado na partida, como peneiras, transportadores carregadores, cargas de alta inércia, britadores, etc.

Categoria D

Conjugado de partida alto, corrente de partida normal; alto escorregamento (+ de 5%). Usados em prensas excêntricas e máquinas semelhantes, onde a carga apresenta picos periódicos. Usados também em elevadores e cargas que necessitam de conjugados de partida muito altos e corrente de partida limitada. As curvas conjugado X velocidade das diferentes categorias podem ser vistas na figura 3.2.

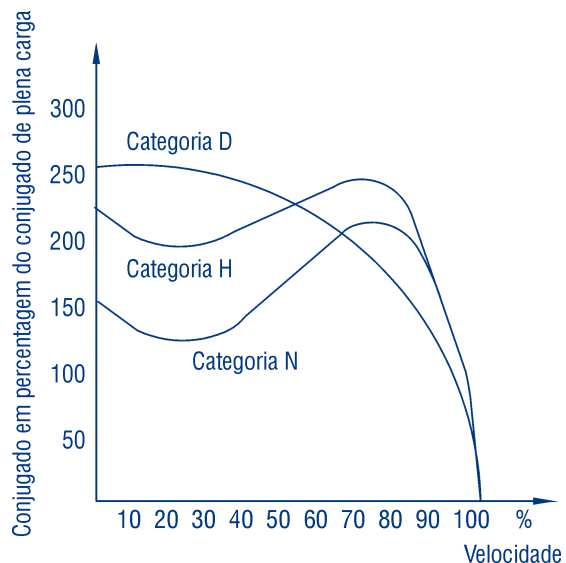


Figura 3.2 - Curvas Conjugado X Velocidade, das diferentes categorias

Categoria NY

Esta categoria inclui os motores semelhantes aos de categoria N, porém,

previstos para partida estrela-triângulo. Para estes motores na ligação estrela, os valores mínimos do conjugado com rotor bloqueado e do conjugado mínimo de partida são iguais a 25% dos valores indicados para os motores categoria N.

Categoria HY

Esta categoria inclui os motores semelhantes aos de categoria H, porém, previstos para partida estrela-triângulo. Para estes motores na ligação estrela, os valores mínimos do conjugado com rotor bloqueado e do conjugado mínimo de partida são iguais a 25% dos valores indicados para os motores de categoria H.

Os valores mínimos de conjugado exigidos para motores das categorias N e H (4, 6 e 8 pólos), especificados pela norma NBR 7094, são mostrados nas tabelas 3.1 e 3.2.

Para motores da categoria D, de 4, 6 e 8 pólos e potência nominal igual ou inferior a 150cv, tem-se, segundo a NBR 7094, que: a razão do conjugado com rotor bloqueado (C_p) para conjugado nominal (C_n) não deve ser inferior a 2,75. A norma não especifica os valores de C_{min} e C_{max} .

A NBR 7094 não especifica os valores mínimos de conjugados exigidos para motores 2 pólos, categorias H e D.

Tabela 3.1 - Conjugado com rotor bloqueado (C_p), conjugado mínimo de partida (C_{min}) e conjugado máximo (C_{max}) de motores de categoria N, relativos ao conjugado nominal (C_n).

Número de pólos		2			4			6			8		
Faixa de potências nominais		C_p/C_n	C_{min}/C_n	C_{max}/C_n	C_p/C_n	C_{min}/C_n	C_{max}/C_n	C_p/C_n	C_{min}/C_n	C_{max}/C_n	C_p/C_n	C_{min}/C_n	C_{max}/C_n
kW	cv	pu											
>0,36 ≤ 0,63	> 0,5 ≤ 0,86	1,9	1,3	2,0	2,0	1,4	2,0	1,7	1,2	1,7	1,5	1,1	1,6
> 0,63 ≤ 1,0	> 0,86 ≤ 1,4	1,8	1,2	2,0	1,9	1,3	2,0	1,7	1,2	1,8	1,5	1,1	1,7
> 1,0 ≤ 1,6	> 1,4 ≤ 2,2	1,8	1,2	2,0	1,9	1,3	2,0	1,6	1,1	1,9	1,4	1,0	1,8
> 1,6 ≤ 2,5	> 2,2 ≤ 3,4	1,7	1,1	2,0	1,8	1,2	2,0	1,6	1,1	1,9	1,4	1,0	1,8
> 2,5 ≤ 4,0	> 3,4 ≤ 5,4	1,6	1,1	2,0	1,7	1,2	2,0	1,5	1,1	1,9	1,3	1,0	1,8
> 4,0 ≤ 6,3	> 5,4 ≤ 8,6	1,5	1,0	2,0	1,6	1,1	2,0	1,5	1,1	1,9	1,3	1,0	1,8
> 6,3 ≤ 10	> 8,6 ≤ 14	1,5	1,0	2,0	1,6	1,1	2,0	1,5	1,1	1,8	1,3	1,0	1,7
> 10 ≤ 16	> 14 ≤ 22	1,4	1,0	2,0	1,5	1,1	2,0	1,4	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
> 16 ≤ 25	> 22 ≤ 34	1,3	0,9	1,9	1,4	1,0	1,9	1,4	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
> 25 ≤ 40	> 34 ≤ 54	1,2	0,9	1,9	1,3	1,0	1,9	1,3	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
> 40 ≤ 63	> 54 ≤ 86	1,1	0,8	1,8	1,2	0,9	1,8	1,2	0,9	1,7	1,1	0,8	1,7
> 63 ≤ 100	>86 ≤ 136	1,0	0,7	1,8	1,1	0,8	1,8	1,1	0,8	1,7	1,0	0,7	1,6
> 100 ≤ 160	> 136 ≤ 217	0,9	0,7	1,7	1,0	0,8	1,7	1,0	0,8	1,7	0,9	0,7	1,6
> 160 ≤ 250	> 217 ≤ 340	0,8	0,6	1,7	0,9	0,7	1,7	0,9	0,7	1,6	0,9	0,7	1,6
> 250 ≤ 400	> 340 ≤ 543	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6
> 400 ≤ 630	> 543 ≤ 856	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6

Tabela 3.2 - Conjugado com rotor bloqueado (C_p), conjugado mínimo de partida (C_{min}) e máximo (C_{max}), para motores de categoria H, relativos ao conjugado nominal (C_n).

Número de pólos		4			6			8		
Faixa de potências nominais		C_p	C_{min}	C_{max}	C_p	C_{min}	C_{max}	C_p	C_{min}	C_{max}
kW	cv	pu								
>0,4 ≤ 0,63	> 0,54 ≤ 0,63	3,0	2,1	2,1	2,55	1,8	1,9	2,25	1,65	1,9
> 0,63 ≤ 1,0	> 0,86 ≤ 1,4	2,85	1,95	2,0	2,55	1,8	1,9	2,25	1,65	1,9
> 1,0 ≤ 1,6	> 1,4 ≤ 2,2	2,85	1,95	2,0	2,4	1,65	1,9	2,1	1,5	1,9
> 1,6 ≤ 2,5	> 2,2 ≤ 3,4	2,7	1,8	2,0	2,4	1,65	1,9	2,1	1,5	1,9
> 2,5 ≤ 4,0	> 3,4 ≤ 5,4	2,55	1,8	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
> 4,0 ≤ 6,3	> 5,4 ≤ 8,6	2,4	1,65	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
> 6,3 ≤ 10	> 8,6 ≤ 14	2,4	1,65	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
> 10 ≤ 16	> 14 ≤ 22	2,25	1,65	2,0	2,1	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
> 16 ≤ 25	> 22 ≤ 34	2,1	1,5	1,9	2,1	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
> 25 ≤ 40	> 34 ≤ 54	2,0	1,5	1,9	2,0	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
> 40 ≤ 63	> 54 ≤ 86	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9
> 63 ≤ 100	>86 ≤ 140	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9
> 100 ≤ 160	> 140 ≤ 220	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9

Notas: a) os valores de C_p/C_n são iguais a 1,5 vezes os valores correspondentes da categoria N, não sendo porém, inferiores a 2,0;
 b) os valores de C_{min}/C_n são iguais a 1,5 vezes os valores correspondentes da categoria N, não sendo porém, inferiores a 1,4;
 c) os valores de C_{max}/C_n são iguais aos valores correspondentes da categoria N, não sendo porém, inferiores a 1,9 ou ao valor correspondente de C_{min}/C_n .

3.1.3 Características dos motores WEG

Embora os motores WEG sejam, na sua maioria, declarados como pertencendo à categoria N, a exemplo da maioria dos motores encontrados no mercado, os valores reais típicos dos conjugados excedem em muito os exigidos em norma. Na maioria dos casos excedem até mesmo, os mínimos exigidos para a categoria H. Isto significa uma curva conjugado x velocidade bastante alta, trazendo as seguintes vantagens:

- 1) Rápida aceleração em caso de partida pesada, como bombas de pistão, esteiras carregadas, cargas de alta inércia, compressores com válvulas abertas, etc.
- 2) Atendimentos de casos especiais, como os mencionados acima, com motores padrão de estoque, com vantagens de preço, prazo e entrega.
- 3) Permitem o uso de sistemas de partida com tensão reduzida, como chaves estrela-triângulo, em casos normais, sem prejuízo da perfeita aceleração da carga.
- 4) Devido ao elevado valor do conjugado máximo, enfrentam, sem perda brusca de rotação, os picos momentâneos de carga e as quedas de tensão passageiras. Isto é fundamental para o acionamento de máquinas sujeitas a grandes picos de carga, como britadores, calandras, etc.

3.2 Inércia da carga

O momento de inércia da carga acionada é uma das características fundamentais para verificar, através do tempo de aceleração, se o motor consegue acionar a carga dentro das condições exigidas pelo ambiente ou pela estabilidade térmica do material isolante.

Momento de inércia é uma medida da resistência que um corpo oferece a uma mudança em seu movimento de rotação em torno de um dado eixo. Depende do eixo em torno do qual ele está girando e, também, da forma do corpo e da maneira como sua massa está distribuída. A unidade do momento de inércia é kgm².

O momento de inércia total do sistema é a soma dos momentos de inércia da carga e do motor ($J_t = J_m + J_c$).

No caso de uma máquina que tem "rotação diferente do motor" (por exemplo, nos casos de acionamento por polias ou engrenagens), deverá ser referida a rotação nominal do motor conforme abaixo:

MOMENTO DE INÉRCIA EM ROTAÇÕES DIFERENTES

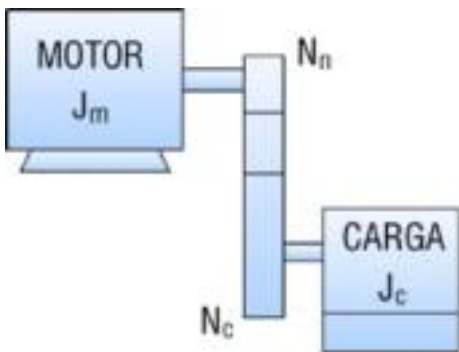


Figura 3.3 - Momento de inércia em rotações diferentes

$$J_{ce} = J_c \left(\frac{N_c}{N_n} \right)^2 \quad (\text{kgm}^2)$$

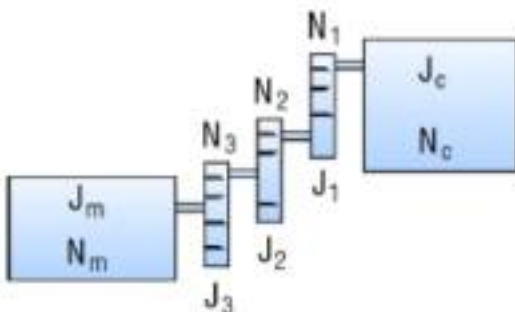


Figura 3.4 - Momento de inércia em velocidades diferentes

$$J_{ce} = J_c \left(\frac{N_c}{N_n} \right)^2 + J_1 \left(\frac{N_1}{N_n} \right)^2 + J_2 \left(\frac{N_2}{N_n} \right)^2 + J_3 \left(\frac{N_3}{N_n} \right)^2$$

- onde: J_{ce} - Momento de inércia da carga referido ao eixo do motor
 J_c - Momento de inércia da carga
 N_c - Rotação da carga
 N_n - Rotação nominal do motor

$$J_t = J_m + J_{ce}$$

A inércia total de uma carga é um importante fator para a determinação do tempo de aceleração.

3.3 Tempo de aceleração

Para verificar se o motor consegue acionar a carga, ou para dimensionar uma instalação, equipamento de partida ou sistema de proteção, é necessário saber o tempo de aceleração (desde o instante em que o equipamento é acionado até ser atingida a rotação nominal).

O tempo de aceleração pode ser determinado de maneira aproximada pelo conjugado médio de aceleração.

$$t_a = \frac{2 \pi \cdot \text{rps} \cdot J_t}{C_a} = \frac{2 \pi \cdot \text{rps} \cdot (J_m + J_{ce})}{(C_{mmed} - C_{rmed})}$$

- t_a - tempo de aceleração em segundos
 J_t - momento de inércia total em kgm²
 rps - rotação nominal em rotações por segundo
 C_{mmed} - conjugado médio de aceleração do motor em N.m.
 C_{rmed} - conjugado médio de aceleração de carga referido a eixo em N.m.
 J_m - momento de inércia do motor
 J_{ce} - momento de inércia da carga referido ao eixo
 C_a - conjugado médio de aceleração

O conjugado médio de aceleração obtém-se a partir da diferença entre o conjugado do motor e o conjugado da carga. Seu valor deveria ser calculado para cada intervalo de rotação (a somatória dos intervalos forneceria o tempo total de aceleração). Porém, na prática, é suficiente que se calcule graficamente o conjugado médio, isto é, a diferença entre a média do conjugado do motor e a média do conjugado da carga. Essa média pode ser obtida, graficamente, bastando que se observe que a soma das áreas A_1 e A_2 seja igual a área A_3 e que a área B_1 seja igual a área B_2 (ver figura 3.5).

- C_n = Conjugado nominal
 C_m = Conjugado do motor
 C_r = Conjugado da carga
 C = Conjugado médio de aceleração

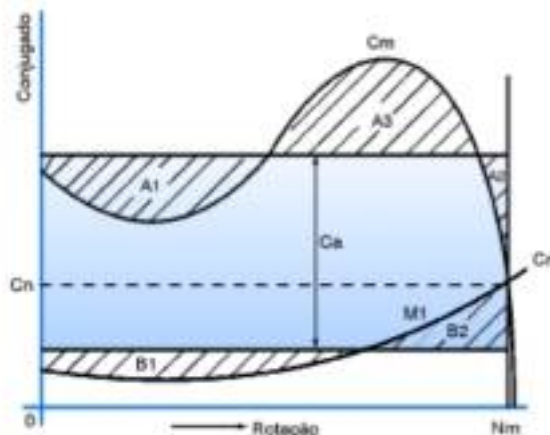


Figura 3.5 - Determinação gráfica do conjugado médio de aceleração

3.4 Regime de partida

Devido ao valor elevado da corrente de partida dos motores de indução, o tempo gasto na aceleração de cargas de inércia apreciável resulta na elevação rápida da temperatura do motor. Se o intervalo entre partidas sucessivas for muito reduzido, isto levará a uma aceleração de temperatura excessiva nos enrolamentos, danificando-os ou reduzindo a sua vida útil. A norma NBR 7094 estabelece um regime de partida mínimo que os motores devem ser capazes de realizar:

- Duas partidas sucessivas, sendo a primeira feita com o motor frio, isto é, com seus enrolamentos à temperatura ambiente e a segunda logo a seguir, porém, após o motor ter desacelerado até o repouso.
- Uma partida com o motor quente, ou seja, com os enrolamentos à temperatura de regime.

A primeira condição simula o caso em que a primeira partida do motor é malograda, por exemplo, pelo desligamento da proteção, permitindo-se uma segunda tentativa logo a seguir. A segunda condição simula o caso de um desligamento acidental do motor em funcionamento normal, por exemplo, por falta de energia na rede, permitindo-se retomar o funcionamento logo após o restabelecimento da energia. Como o aquecimento durante a partida depende da inércia das partes girantes da carga acionada, a norma estabelece os valores máximos de inércia da carga para os quais o motor deve ser capaz de cumprir as condições acima. Os valores fixados para motores de 2, 4, 6 e 8 pólos estão indicados na tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Momento de inércia (J)

Potência nominal		Número de pólos			
		2	4	6	8
kW	cv	kgm ²			
0,4	0,54	0,018	0,099	0,273	0,561
0,63	0,86	0,026	0,149	0,411	0,845
1,0	1,4	0,040	0,226	0,624	1,28
1,6	2,2	0,061	0,345	0,952	1,95
2,5	3,4	0,091	0,516	1,42	2,92
4,0	5,4	0,139	0,788	2,17	4,46
6,3	8,6	0,210	1,19	3,27	6,71
10	14	0,318	1,80	4,95	10,2
18	22	0,485	2,74	7,56	15,5
25	34	0,725	4,10	11,3	23,2
40	54	1,11	6,26	17,2	35,4
63	86	1,67	9,42	26,0	53,3
100	140	2,52	14,3	39,3	80,8
160	220	3,85	21,8	60,1	123
250	340	5,76	32,6	89,7	184
400	540	8,79	49,7	137	281
630	860	13,2	74,8	206	423

Notas

- Os valores são dados em função de massa-raio ao quadrado. Eles foram calculados a partir da fórmula:

$$J = 0,04 \cdot P^{0,9} \cdot p^{2,5}$$

onde: P - potência nominal em kW
p - número de pares de pólos

- Para valores intermediários de potência nominal, o momento de inércia externo, deve ser calculado pela fórmula da nota a.

Para cargas com inércia maior que o valor de referência da tabela 3.3, o que pode ocorrer, principalmente nas potências maiores ou para determinação do número de partidas permitidas por hora, deverá ser consultada a nossa engenharia de aplicação, indicando os seguintes dados da aplicação:

- Potência requerida pela carga. Se o regime for intermitente, ver o último item: "regime de funcionamento".
- Rotação da máquina acionada.

- Transmissão: direta, correia plana, correias "V", corrente, etc.
 - ◆ Relação de transmissão com croquis das dimensões e distâncias das polias, se for transmissão por correia.
 - ◆ Cargas radiais anormais aplicadas à ponta do eixo: tração da correia em transmissões especiais, peças pesadas, presas ao eixo, etc.
 - ◆ Cargas axiais aplicadas à ponta do eixo: transmissões por engrenagem helicoidal, empuxos hidráulicos de bombas, peças rotativas pesadas em montagem vertical, etc.
- Forma construtivas se não for B3D, indicar o código da forma construtiva utilizada.
- Conjugados de partida e máximos necessários:
 - ◆ Descrição do equipamento acionado e condições de utilização.
 - ◆ Momento de inércia ou GD² das partes móveis do equipamento, e a rotação a que está referida.
- Regime de funcionamento, não se tratando de regime contínuo, descrever detalhadamente o período típico do regime, não esquecendo de especificar:
 - ◆ Potência requerida e duração de cada período com carga;
 - ◆ Duração dos períodos sem carga (motor em vazio ou motor desligado);
 - ◆ Reversões do sentido de rotação;
 - ◆ Frenagem em contra-corrente.

3.5 Corrente de rotor bloqueado

3.5.1 Valores máximos normalizados

Os limites máximos da corrente com rotor bloqueado, em função da potência nominal do motor e válidos para qualquer número de pólos, estão indicados na tabela 3.4, expressos em termos da potência aparente absorvida com rotor bloqueado em relação à potência nominal, kVA/cv ou kVA/kW.

$$\text{kVA/cv} = \frac{\text{Potência aparente com rotor bloqueado}}{\text{Potência nominal}}$$

$$\text{kVA/cv} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot U}{P(\text{cv}) \cdot 1000}; \quad \text{kVA/kW} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot U}{P(\text{kW}) \cdot 1000}$$

sendo: I_p - Corrente de rotor bloqueado, ou corrente de partida
U - Tensão nominal (V)
P - Potência nominal (cv ou kW)

Tabela 3.4 - Potência aparente com rotor bloqueado (S_p/P_n) para motores trifásicos

Faixa de potências nominais		S_p / P_n	
kW	cv	kVA/cv	kVA/kW
> 0,4 ≤ 6,3	> 0,54 ≤ 8,6	9,6	13
> 6,3 ≤ 25	> 8,6 ≤ 34	8,8	12
> 25 ≤ 63	> 34 ≤ 86	8,1	11
> 63 ≤ 630	> 86 ≤ 856	7,4	10

4. Regulagem da velocidade de motores assíncronos de indução

4.1 Introdução

A relação entre velocidade, frequência, número de pólos e escorregamento é expressa por

$$n = \frac{2}{(2p)} \cdot f \cdot 60 \cdot (1 - s)$$

onde: n = rpm
f = frequência (Hz)
2p = número de pólos
s = escorregamento

Analisando a fórmula, podemos ver que para regular a velocidade de um motor assíncrono, podemos atuar nos seguintes parâmetros:

- 2p = número de pólos
- s = escorregamento
- f = frequência da tensão (Hz)

4.2 Variação do número de pólos

Existem três modos de variar o número de pólos de um motor assíncrono, quais sejam:

- enrolamentos separados no estator
- um enrolamento com comutação de pólos
- combinação dos dois anteriores.

Em todos esses casos, a regulação de velocidade será discreta, sem perdas, porém, a carcaça será maior do que a de um motor de velocidade única.

4.2.1 Motores de duas velocidades com enrolamentos separados

Esta versão apresenta a vantagem de se combinar enrolamentos com qualquer número de pólos, porém, limitada pelo dimensionamento eletromagnético do núcleo (estator/rotor) e carcaça geralmente bem maior que o de velocidade única.

4.2.2 Motores de duas velocidades com enrolamento por comutação de pólos

O sistema mais comum que se apresenta é o denominado "ligação Dahlander". Esta ligação implica numa relação de pólos de 1:2 com conseqüente relação de rotação de 2:1.

Podem ser ligadas da seguinte forma (figura 4.1):

- Conjugado constante

O conjugado nas duas rotações é constante e a relação de potência é da ordem de 0,63:1. Neste caso o motor tem uma ligação de Δ/YY .

Exemplo: Motor 0,63/1cv - IV/II pólos - Δ/YY .

Este caso se presta as aplicações cuja curva de torque da carga permanece constante com a rotação.

- Potência constante

Neste caso, a relação de conjugado é 1:2 e a potência permanece constante.

O motor possui uma ligação YY/Δ

Exemplo: 10/10cv - IV/II pólos - YY/Δ .

- Conjugado variável

Neste caso, a relação de potência será de aproximadamente 1:4. É muito aplicado às cargas como bombas, ventiladores.

Sua ligação é Y/YY .

Exemplo: 1/4cv - IV/II pólos - Y/YY .

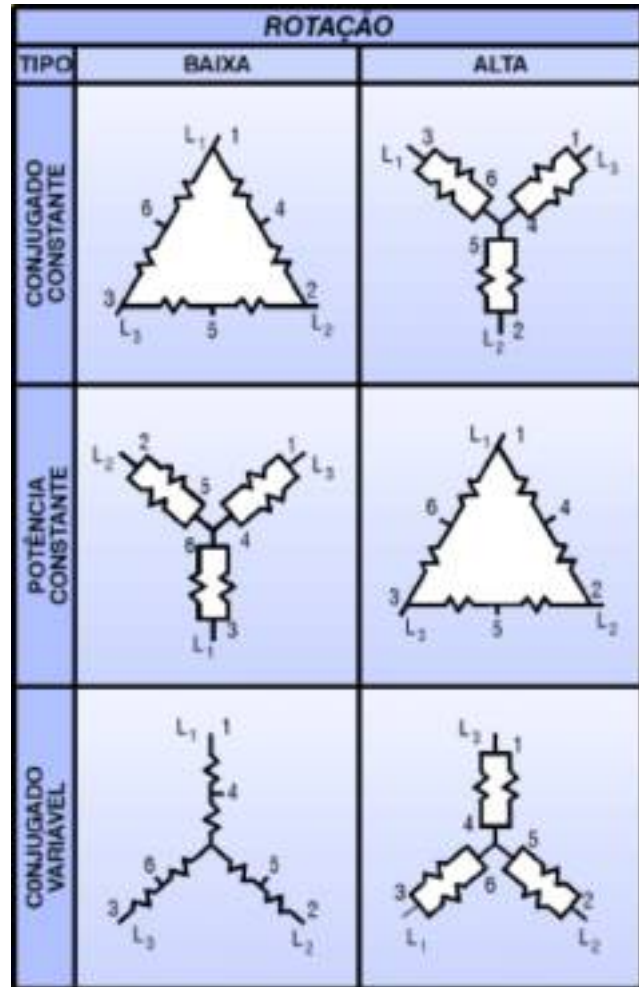


Figura 4.1 - Resumo das ligações Dahlander

4.2.3 Motores com mais de duas velocidades

É possível combinar um enrolamento Dahlander com um enrolamento simples ou mais. Entretanto, não é comum, e somente utilizado em aplicações especiais.

4.3 Variação do escorregamento

Neste caso, a velocidade do campo girante é mantida constante, e a velocidade do rotor é alterada de acordo com as condições exigidas pela carga, que podem ser:

- variação da resistência rotórica
- variação da tensão do estator
- variação de ambas, simultaneamente.

Estas variações são conseguidas através do aumento das perdas rotóricas, o que limita a utilização desse sistema.

4.3.1 Variação da resistência rotórica

Utilizado em motores de anéis. Baseia-se na seguinte equação:

$$s = \frac{3R_2 I_2^2}{\omega_0 \cdot T} = \frac{p_{r2}}{\omega_0 \cdot T}$$

onde: p_{r2} = Perdas rotóricas (W)
 ω_0 = Rotação síncrona em rd/s
T = Torque ou conjugado do rotor
 R_2 = Resistência rotórica (ohms)
 I_2 = Corrente rotóricas (A)

A inserção de uma resistência externa no rotor faz com que o motor aumente o (s), provocando a variação de velocidade.

Na figura a seguir, vemos o efeito do aumento do R_2 .

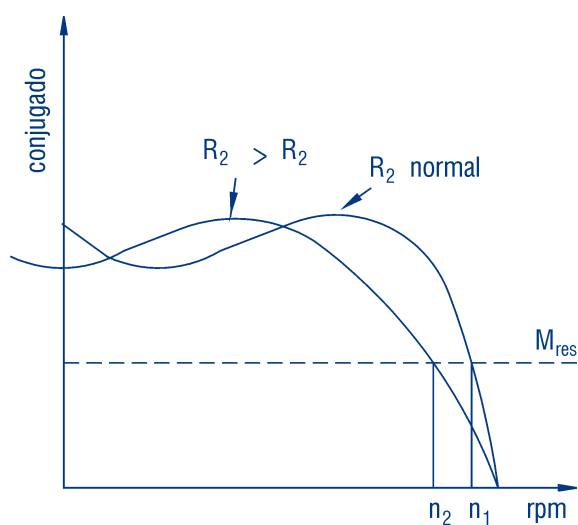


Figura 4.2 - Curva de conjugado com variação da resistência rotórica

4.3.2 Variação da tensão do estator

É um sistema pouco utilizado, uma vez que também gera perdas rotóricas e a faixa de variação de velocidade é pequena.

4.4 Inversores de frequência

Maiores informações sobre o uso de inversores de frequência para controle de velocidade, ver capítulo 9.3.

5. Características em regime

5.1 Elevação de temperatura, classe de isolamento

5.1.1 Aquecimento do enrolamento

Perdas

A potência útil fornecida pelo motor na ponta do eixo é menor que a potência que o motor absorve da linha de alimentação, isto é, o rendimento do motor é sempre inferior a 100%. A diferença entre as duas potências representa as perdas, que são transformadas em calor, o qual aquece o enrolamento e deve ser dissipado para fora do motor, para evitar que a elevação de temperatura seja excessiva. O mesmo acontece em todos os tipos de motores. No motor de automóvel, por exemplo, o calor gerado pelas perdas internas tem que ser retirado do bloco pelo sistema de circulação de água com radiador ou pela ventoinha, em motores resfriados a ar.

Dissipação do calor

O calor gerado pelas perdas no interior do motor é dissipado para o ar ambiente através da superfície externa da carcaça. Em motores fechados essa dissipação é normalmente auxiliada pelo ventilador montado no próprio eixo do motor. Uma boa dissipação depende:

- da eficiência do sistema de ventilação;
- da área total de dissipação da carcaça;
- da diferença de temperatura entre a superfície externa da carcaça e do ar ambiente ($t_{ext} - t_a$).

- a) O sistema de ventilação bem projetado, além de ter um ventilador eficiente, capaz de movimentar grande volume de ar, deve dirigir esse ar de modo a “varrer” toda a superfície da carcaça, onde se dá a troca de calor. De nada adianta um grande volume de ar se ele se espalha sem retirar o calor do motor.
- b) A área total de dissipação deve ser a maior possível. Entretanto, um motor com uma carcaça muito grande, para obter maior área, seria muito caro e pesado, além de ocupar muito espaço. Por isso, a área de dissipação disponível é limitada pela necessidade de fabricar motores pequenos e leves. Isso é compensado em parte, aumentando-se a área disponível por meio de aletas de resfriamento, fundidas com a carcaça.
- c) Um sistema de resfriamento eficiente é aquele que consegue dissipar a maior quantidade de calor disponível, através da menor área de dissipação. Para isso, é necessário que a queda interna de temperatura, mostrada na figura 5.1, seja minimizada. Isto quer dizer que deve haver uma boa transferência de calor do interior do motor até a superfície externa.

O que realmente queremos limitar é a elevação da temperatura no enrolamento sobre a temperatura do ar ambiente. Esta diferença total (Δt) é comumente chamada “elevação de temperatura” do motor e, como é indicado na figura 5.1, vale a soma da queda interna com a queda externa.

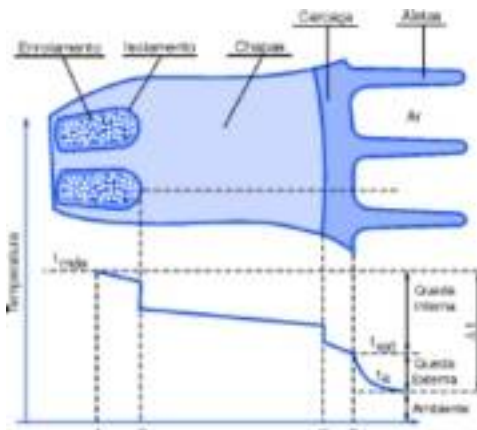


Figura 5.1

Como vimos, interessa reduzir a queda interna (melhorar a transferência de calor) para poder ter uma queda externa maior possível, pois esta é que realmente ajuda a dissipar o calor. A queda interna de temperatura depende de diversos fatores como indica a figura 5.1, onde as temperaturas de certos pontos importantes do motor estão representadas e explicadas a seguir:

- A - Ponto mais quente do enrolamento, no interior da ranhura, onde é gerado o calor proveniente das perdas nos condutores.
- AB - Queda de temperatura na transferência de calor do ponto mais quente até os fios externos. Como o ar é um péssimo condutor de calor, é importante que não haja “vazios” no interior da ranhura, isto é, as bobinas devem ser compactas e a impregnação com verniz deve ser perfeita.
- B - Queda através do isolamento da ranhura e no contato deste com os condutores de um lado, e com as chapas do núcleo, do outro. O emprego de materiais modernos melhora a transmissão de calor através do isolante; a impregnação perfeita, melhora o contato do lado interno, eliminando espaços vazios; o bom alinhamento das chapas estampadas, melhora o contato do lado externo, eliminando camadas de ar que prejudicam a transferência de calor.
- BC - Queda de temperatura por transmissão através do material das chapas do núcleo.
- C - Queda no contato entre o núcleo e a carcaça. A condução de calor será tanto melhor quanto mais perfeito for o contato entre as partes, dependendo do bom alinhamento das chapas, e precisão da usinagem da carcaça. Superfícies irregulares deixam espaços vazios entre elas, resultando mau contato e, portanto, má condução do calor e elevada queda de temperatura neste ponto.
- CD - Queda de temperatura por transmissão através da espessura da carcaça.

Graças a um projeto moderno, uso de materiais avançados, processos de fabricação aprimorados, sob um permanente Controle de Qualidade, os motores WEG apresentam uma excelente transferência de calor do interior para a superfície, eliminando “pontos quentes” no enrolamento.

Temperatura externa do motor

Era comum, antigamente, verificar o aquecimento do motor, medindo, com a mão, a temperatura externa da carcaça. Em motores modernos, este método primitivo é completamente errado. Como vimos anteriormente, os critérios modernos de projeto, procuram aprimorar a transmissão de calor internamente, de modo que a temperatura do enrolamento fique pouco acima da temperatura externa da carcaça, onde ela realmente contribui para dissipar as perdas. Em resumo, a temperatura da carcaça não dá indicação do aquecimento interno do motor, nem de sua qualidade. Um motor frio por fora pode ter perdas maiores e temperatura mais alta no enrolamento do que um motor exteriormente quente.

5.1.2 Vida útil do motor

Sendo o motor de indução, uma máquina robusta e de construção simples, a sua vida útil depende quase exclusivamente da vida útil da isolamento dos enrolamentos. Esta é afetada por muitos fatores, como umidade, vibrações, ambientes corrosivos e outros. Dentre todos os fatores, o mais importante é, sem dúvida a temperatura de trabalho dos materiais isolantes empregados. Um aumento de 8 a 10 graus na temperatura da isolamento reduz sua vida útil pela metade.

Quando falamos em diminuição da vida útil do motor, não nos referimos às temperaturas elevadas, quando o isolante se queima e o enrolamento é destruído de repente. Vida útil da isolamento (em termos de temperatura de trabalho, bem abaixo daquela em que o material se queima), refere-se ao envelhecimento gradual do isolante, que vai se tornando ressecado, perdendo o poder isolante, até que não suporte mais a tensão aplicada e produza o curto-circuito.

A experiência mostra que a isolamento tem uma duração praticamente ilimitada, se a sua temperatura for mantida abaixo de um certo limite. Acima deste valor, a vida útil da isolamento vai se tornando cada vez mais curta, à medida que a temperatura de trabalho é mais alta. Este limite de temperatura é muito mais baixo que a temperatura de “queima” do isolante e depende do tipo de material empregado.

Esta limitação de temperatura se refere ao ponto mais quente da isolamento e não necessariamente ao enrolamento todo. Evidentemente, basta um “ponto fraco” no interior da bobina para que o enrolamento fique inutilizado.

5.1.3 Classes de isolamento

Definição das classes

Como foi visto anteriormente, o limite de temperatura depende do tipo de material empregado. Para fins de normalização, os materiais isolantes e os sistemas de isolamento (cada um formado pela combinação de vários materiais) são agrupados em CLASSES DE ISOLAMENTO, cada qual definida pelo respectivo limite de temperatura, ou seja, pela maior temperatura que o material pode suportar continuamente sem que seja afetada sua vida útil. As classes de isolamento utilizadas em máquinas elétricas e os respectivos limites de temperatura conforme NBR-7034, são as seguintes:

- Classe A (105 °C)
- Classe E (120 °C)
- Classe B (130 °C)
- Classe F (155 °C)
- Classe H (180 °C)

As classes B e F são as comumente utilizadas em motores normais.

5.1.4 Medida de elevação de temperatura do enrolamento

É muito difícil medir a temperatura do enrolamento com termômetros ou termopares, pois a temperatura varia de um ponto a outro e nunca se sabe se o ponto da medição está próximo do ponto mais quente. O método mais preciso e mais confiável de se medir a temperatura de um enrolamento é através da variação de sua resistência ôhmica com a temperatura, que aproveita a propriedade dos condutores de variar sua resistência, segundo uma lei conhecida. A elevação da temperatura pelo método da resistência, é calculada por meio da seguinte fórmula, para condutores de cobre:

$$\Delta t = t_2 - t_a = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + t_1) + t_1 - t_a$$

onde: $\Delta t =$ é a elevação de temperatura;

- $t_1 =$ a temperatura do enrolamento antes do ensaio, praticamente igual a do meio refrigerante, medida por termômetro;
- $t_2 =$ a temperatura dos enrolamentos no fim do ensaio;
- $t_a =$ a temperatura do meio refrigerante no fim do ensaio;
- $R_1 =$ Resistência do enrolamento antes do ensaio;
- $R_2 =$ Resistência do enrolamento no fim do ensaio.

5.1.5 Aplicação a motores elétricos

A temperatura do ponto mais quente do enrolamento deve ser mantida abaixo do limite da classe. A temperatura total vale a soma da temperatura ambiente com a elevação de temperatura Δt mais a diferença que existe entre a temperatura média do enrolamento e a do ponto mais quente. As normas de motores fixam a máxima elevação de temperatura Δt , de modo que a temperatura do ponto mais quente fica limitada, baseada nas seguintes considerações:

- a) A temperatura ambiente é, no máximo 40 °C, por norma, e acima disso as condições de trabalho são consideradas especiais.
- b) A diferença entre a temperatura média e a do ponto mais quente não varia muito de motor para motor e seu valor estabelecido em norma, baseado na prática é 5 °C, para as classes A e E, 10 °C para as classes B, F e H.

As normas de motores, portanto, estabelecem um máximo para a temperatura ambiente e especificam uma elevação de temperatura máxima para cada classe de isolamento. Deste modo, fica indiretamente limitada a temperatura do ponto mais quente do motor. Os valores numéricos e a composição da temperatura admissível do ponto mais quente, são indicados na tabela 5.1 abaixo:

Tabela 5.1 - Composição da temperatura em função da classe de isolamento

Classe de isolamento		A	E	B	F	H
Temperatura ambiente	°C	40	40	40	40	40
$\Delta t =$ elevação de temperatura (método da resistência)	°C	60	75	80	105	125
Diferença entre o ponto mais quente e a temperatura média	°C	5	5	10	10	15
Total: temperatura do ponto mais quente	°C	105	120	130	155	180

Para motores de construção naval, deverão ser obedecidos todos os detalhes particulares de cada entidade classificadora, conforme tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Correção das temperaturas para rotores navais

Entidades classificadoras para uso naval	Máxima temperatura ambiente ta (°C)	Máxima sobre elevação de temperatura permitida por classe de isolamento, Δt em °C (método de variação de resistência)			
		A	E	B	F
Germanischer Lloyd	45	55	70	75	96
American Bureau of Shipping	50	55	65	75	95
Bureau Véritas	50	50	65	70	90
Norske Véritas	45	50	65	70	90
Lloyds Register of Shipping	45	50	65	70	90
RINa	45	50	70	75	—

5.2 Proteção térmica de motores elétricos

Os motores utilizados em regime contínuo devem ser protegidos contra sobrecargas por um dispositivo integrante do motor, ou um dispositivo de proteção independente, geralmente com relé térmico com corrente nominal ou de ajuste, igual ou inferior ao valor obtido multiplicando-se a corrente nominal de alimentação a plena carga por:

- 1.25: para motores com fator de serviço igual ou superior a 1.15;
- 1.15: para motores com fator de serviço igual a 1.0 (NBR 5410)

A proteção térmica é efetuada por meio de termoresistências (resistência calibrada), termistores, termostatos ou protetores térmicos. Os tipos de detectores a serem utilizados são determinados em função da classe de temperatura do isolamento empregado, de cada tipo de máquina e da exigência do cliente.

TIPO DE PROTETORES UTILIZADOS PELA WEG:

5.2.1 Termorresistores (PT-100)

São elementos onde sua operação é baseada na característica de variação da resistência com a temperatura, intrínseca a alguns materiais (geralmente platina, níquel ou cobre). Possuem resistência calibrada, que varia linearmente com a temperatura, possibilitando um acompanhamento contínuo do processo de aquecimento do motor pelo display do controlador, com alto grau de precisão e sensibilidade de resposta. Sua aplicação é ampla nos diversos setores de técnicas de medição e automatização de temperatura nas indústrias em geral. Geralmente, aplica-se em instalações de grande responsabilidade como, por exemplo, em regime intermitente muito irregular. Um mesmo detector pode servir para alarme e para desligamento.

Desvantagem

Os elementos sensores e os circuitos de controle, possuem um alto custo.

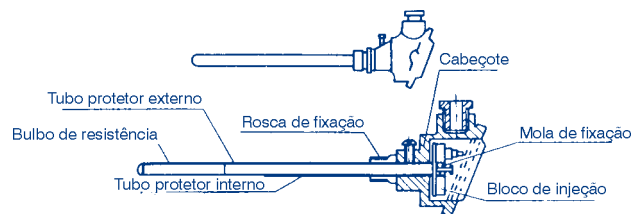


Figura 5.2 - Visualização do aspecto interno e externo dos termoresistores

A temperatura poderá ser obtida com a fórmula a seguir, ou através de tabelas fornecidas pelos fabricantes.

$$t \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{r-100}{0,385}$$

r - resistência medida em ohms

5.2.2 Termistores (PTC e NTC)

São detectores térmicos compostos de sensores semicondutores que variam sua resistência bruscamente ao atingirem uma determinada temperatura.

PTC - coeficiente de temperatura positivo

NTC - coeficiente de temperatura negativo

O tipo "PTC" é um termistor cuja resistência aumenta bruscamente para um valor bem definido de temperatura, especificado para cada tipo. Essa variação brusca na resistência interrompe a corrente no PTC, acionando um relé de saída, o qual desliga o circuito principal. Também pode ser utilizado para sistemas de alarme ou alarme e desligamento (2 por fase). Para o termistor "NTC" acontece o contrário do PTC, porém, sua aplicação não é normal em motores elétricos, pois os circuitos eletrônicos de controle disponíveis, geralmente são para o PTC.

Os termistores possuem tamanho reduzido, não sofrem desgastes mecânicos e têm uma resposta mais rápida em relação aos outros detectores, embora não permitam um acompanhamento contínuo do processo de aquecimento do motor. Os termistores com seus respectivos circuitos eletrônicos de controle oferecem proteção completa contra sobreaquecimento produzido por falta de fase, sobrecarga, sub ou sobretensões ou freqüentes operações de reversão ou liga-desliga. Possuem um baixo custo, relativamente ao do tipo Pt-100, porém, necessitam de relé para comando da atuação do alarme ou operação.



Figura 5.3 - Visualização do aspecto externo dos termistores

5.2.3 Termostatos

São detectores térmicos do tipo bimetalício com contatos de prata normalmente fechados, que se abrem quando ocorre determinada elevação de temperatura. Quando a temperatura de atuação do bimetalício baixar, este volta a sua forma original instantaneamente, permitindo o fechamento dos contatos novamente. Os termostatos podem ser destinados para sistemas de alarme, desligamento ou ambos (alarme e desligamento) de motores elétricos trifásicos, quando solicitado pelo cliente. São ligados em série com a bobina do contator. Dependendo do grau de segurança e da especificação do cliente, podem ser utilizados três termostatos (um por fase) ou seis termostatos (grupos de dois por fase).

Para operar em alarme e desligamento (dois termostatos por fase), os termostatos de alarme devem ser apropriados para atuação na elevação de temperatura prevista do motor, enquanto que os termostatos de desligamento deverão atuar na temperatura máxima do material isolante.

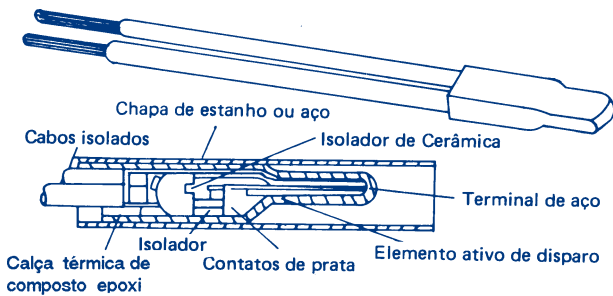


Figura 5.4 - Visualização do aspecto interno e externo do termostato

Os termostatos também são utilizados em aplicações especiais de motores monofásicos. Nestas aplicações, o termostato pode ser ligado em série com a alimentação do motor, desde que a corrente do motor não ultrapasse a máxima corrente admissível do termostato. Caso isto ocorra, liga-se o termostato em série com a bobina do contator. Os termostatos são instalados nas cabeças de bobinas de fases diferentes.

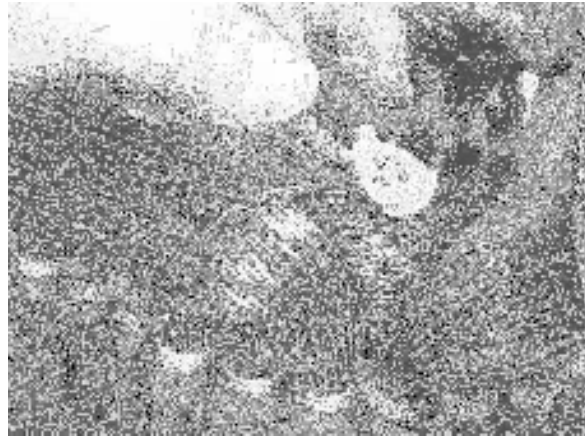


Figura 5.5 - Instalação do termostato na cabeça da bobina

5.2.4 Protetores térmicos

São do tipo bimetalício com contatos normalmente fechados. Utilizados, principalmente, para proteção contra sobreaquecimento em motores de indução monofásicos, provocado por sobrecargas, travamento do rotor, quedas de tensão, etc. São aplicados quando especificados pelo cliente. O protetor térmico consiste basicamente em um disco bimetalício que possui dois contatos móveis, uma resistência e um par de contatos fixos.

O protetor é ligado em série com a alimentação e, devido à dissipação térmica causada pela passagem da corrente através da resistência interna deste, ocorre uma deformação do disco, tal que, os contatos se abrem e a alimentação do motor é interrompida. Após ser atingida uma temperatura inferior à especificada, o protetor deve religar. Em função de religamento, pode haver dois tipos de protetores:

- Protetor com religamento automático, onde o rearme é realizado automaticamente.
- Protetor com religamento manual, onde o rearme é realizado através de um dispositivo manual.

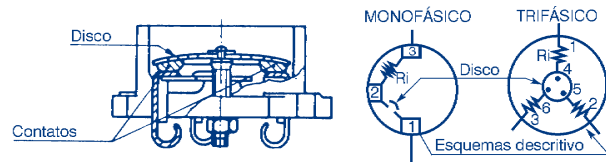


Figura 5.6 - Visualização do aspecto interno do protetor térmico

O protetor térmico também tem aplicação em motores trifásicos, porém, apenas em motores com ligação Y. O seguinte esquema de ligação poderá ser utilizado:

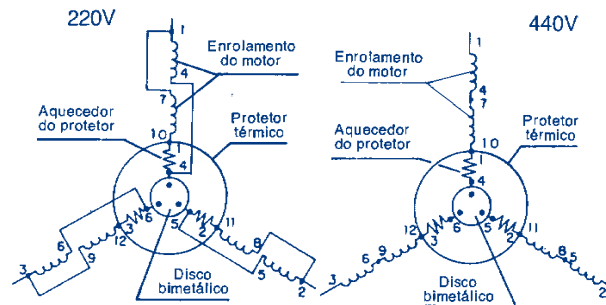


Figura 5.7 - Esquema de ligação do protetor térmico para motores trifásicos

Vantagens

- Combinação de protetor sensível à corrente e à temperatura;
- Possibilidade de religamento automático.

Desvantagens

- Limitação da corrente, por estar o protetor ligado diretamente à bobina do motor monofásico;
- Aplicação voltada para motores trifásicos somente no centro da ligação Y.

Tabela 5.3 - Comparativa entre os sistemas de ligação mais comuns

	TERMORESISTOR (PT-100)	TERMISTOR (PTC e NTC)	TERMOSTATO	PROTETOR TÉRMICO
Mecanismo de proteção	Resistência calibrada	Resistor de avalanche	- Contatos móveis - Bimetálicos	Contatos móveis
Disposição	Cabeça de bobina	Cabeça de bobina	- Inserido no circuito - Cabeça de bobina	Inserido no circuito
Forma de atuação	Comando externo de atuação na proteção	Comando externo de atuação na proteção	- Atuação direta - Comando externo de atuação da proteção	Atuação direta
Limitação de corrente	Corrente de comando	Corrente de comando	- Corrente do motor - Corrente do comando	Corrente do motor
Tipo de sensibilidade	Temperatura	Temperatura	Corrente e temperatura	Corrente e temperatura
Número de unidades por motor	3 ou 6	3 ou 6	3 ou 6 1 ou 3	1
Tipos de comando	Alarme e/ou desligamento	Alarme e/ou desligamento	- Desligamento - Alarme e/ou desligamento	Desligamento

Tabela 5.4 - Comparativa entre sistemas de proteção de motores

Causas de sobreaquecimento	Proteção em função da corrente		Proteção com sondas térmicas no motor
	Só fusível ou disjuntor	Fusível e protetor térmico	
Sobrecarga com corrente 1.2 vezes a corrente nominal	○	●	●
Regimes de carga S1 a S10	○	◐	●
Frenagens, reversões e funcionamento com partida freqüentes	○	◐	●
Funcionamento com mais de 15 partidas por hora	○	◐	●
Rotor bloqueado	◐	◐	●
Falta de fase	○	◐	●
Varição de tensão excessiva	○	●	●
Varição de freqüência na rede	○	●	●
Temperatura ambiente excessiva	○	○	●
Aquecimento externo provocado por rolamentos, correias, polias, etc	○	○	●
Obstrução da ventilação	○	○	●

Legenda: ○ não protegido
 ◐ semi-protegido
 ● totalmente protegido

5.3 Regime de serviço

É o grau de regularidade da carga a que o motor é submetido. Os motores normais são projetados para regime contínuo, (a carga é constante), por tempo indefinido, e igual a potência nominal do motor. A indicação do regime do motor deve ser feita pelo comprador, da forma mais exata possível. Nos casos em que a carga não varia ou nos quais varia de forma previsível, o regime poderá ser indicado numericamente ou por meio de gráficos que representam a variação em função do tempo das grandezas variáveis. Quando a seqüência real dos valores no tempo for indeterminada, deverá ser indicada uma seqüência fictícia não menos severa que a real.

5.3.1 Regimes padronizados

Os regimes de tipo e os símbolos alfa-numéricos a eles atribuídos, são indicados a seguir:

a) Regime contínuo (S1)

Funcionamento a carga constante de duração suficiente para que se alcance o equilíbrio térmico (figura 5.8).

t_N = funcionamento em carga constante
 $\theta_{m\acute{a}x}$ = temperatura máxima atingida

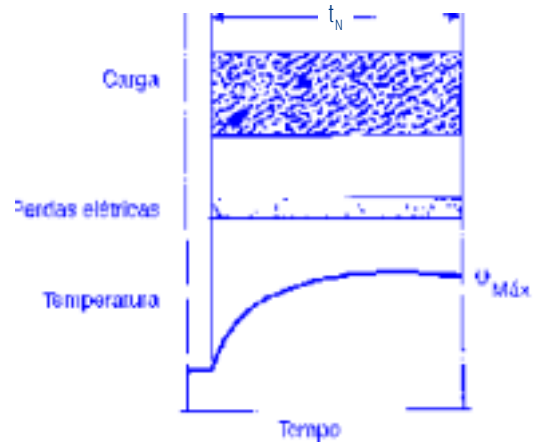


Figura 5.8

b) Regime de tempo limitado (S2)

Funcionamento a carga constante, durante um certo tempo, inferior ao necessário para atingir o equilíbrio térmico, seguido de um período de repouso de duração suficiente para restabelecer a igualdade de temperatura com o meio refrigerante (figura 5.9).

t_N = funcionamento em carga constante
 $\theta_{m\acute{a}x}$ = temperatura máxima atingida durante o ciclo

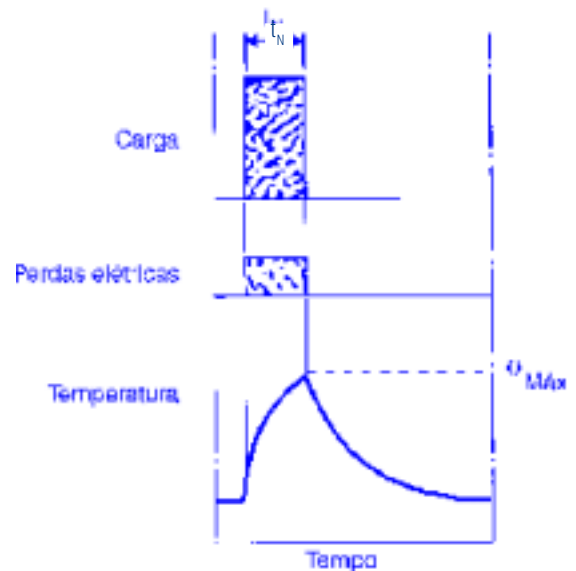


Figura 5.9

c) Regime intermitente periódico (S3)

Seqüência de ciclos idênticos, cada qual incluindo um período de funcionamento a carga constante e um período de repouso, sendo tais períodos muito curtos para que se atinja o equilíbrio térmico durante um ciclo de regime e no qual a corrente de partida não afete de modo significativo a elevação de temperatura (figura 5.10)

- t_N = funcionamento em carga constante
- t_R = repouso
- $\theta_{\text{máx}}$ = temperatura máxima atingida durante o ciclo

$$\text{Fator de duração do ciclo} = \frac{t_N}{t_N + t_R} \cdot 100\%$$

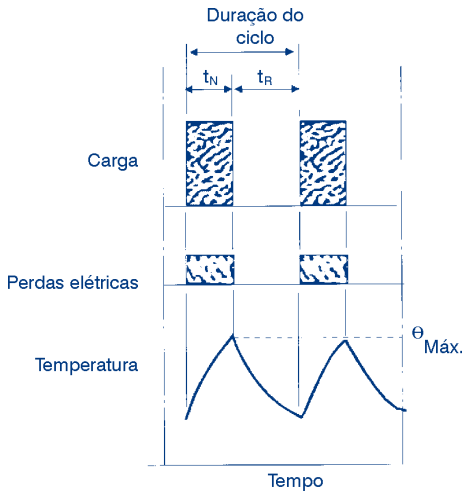


Figura 5.10

d) Regime intermitente periódico com partidas (S4)

Seqüência de ciclos de regime idênticos, cada qual consistindo de um período de partida, um período de funcionamento a carga constante e um período de repouso, sendo tais períodos muito curtos, para que se atinja o equilíbrio térmico (figura 5.11).

- t_D = partida
- t_N = funcionamento em carga constante
- t_R = repouso
- $\theta_{\text{máx}}$ = temperatura máxima atingida durante o ciclo

$$\text{Fator de duração do ciclo} = \frac{t_D + t_N}{t_D + t_N + t_R} \cdot 100\%$$

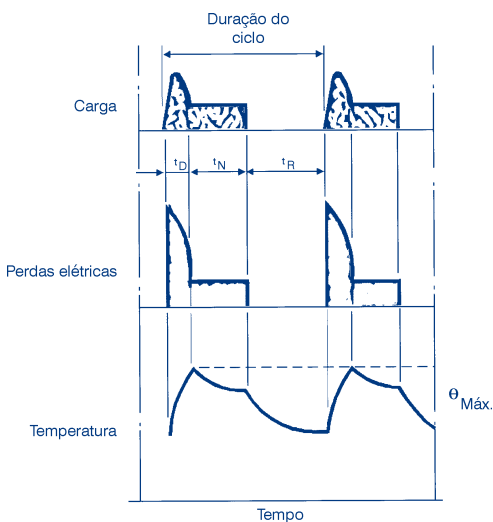


Figura 5.11

e) Regime intermitente periódico com frenagem elétrica (S5)

Seqüência de ciclos de regime idênticos, cada qual consistindo de um período de partida, um período de funcionamento a carga constante, um período de frenagem elétrica e um período de repouso, sendo tais períodos muito curtos para que se atinja o equilíbrio térmico (figura 5.12).

- t_D = partida
- t_N = funcionamento em carga constante
- t_F = frenagem elétrica
- t_R = repouso
- $\theta_{\text{máx}}$ = temperatura máxima atingida durante o ciclo

$$\text{Fator de duração do ciclo} = \frac{t_D + t_N + t_F}{t_D + t_N + t_F + t_R} \cdot 100\%$$

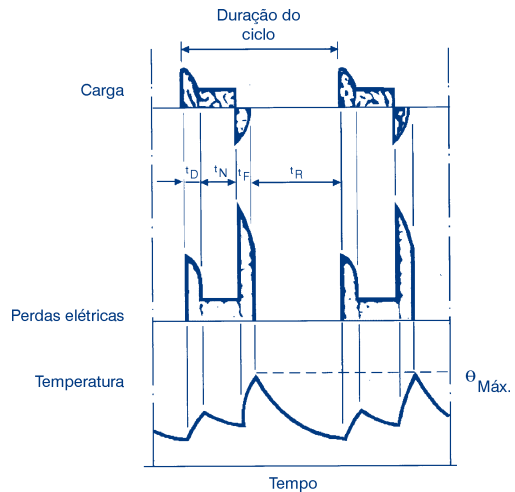


Figura 5.12

f) Regime de funcionamento contínuo com carga intermitente (S6)

Seqüência de ciclos de regime idênticos, cada qual consistindo de um período de funcionamento a carga constante e de um período de funcionamento em vazio, não existindo período de repouso (figura 5.13)

- t_N = funcionamento em carga constante
- t_V = funcionamento em vazio
- $\theta_{\text{máx}}$ = temperatura máxima atingida durante o ciclo

$$\text{Fator de duração do ciclo} = \frac{t_N}{t_N + t_V} \cdot 100\%$$

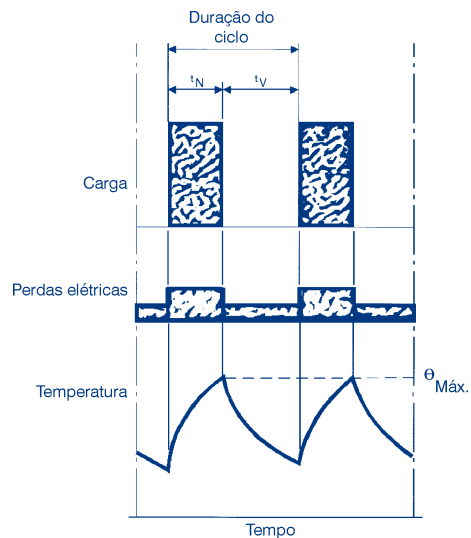


Figura 5.13

ESPECIFICAÇÃO

g) Regime de funcionamento contínuo com frenagem elétrica (S7)

Seqüência de ciclos de regimes idênticos, cada qual consistindo de um período de partida, de um período de funcionamento a carga constante e um período de frenagem elétrica, não existindo o período de repouso (figura 5.14).

- t_D = partida
- t_N = funcionamento em carga constante
- t_F = frenagem elétrica
- $\theta_{m\acute{a}x}$ = temperatura máxima atingida durante o ciclo

Fator de duração do ciclo = 1

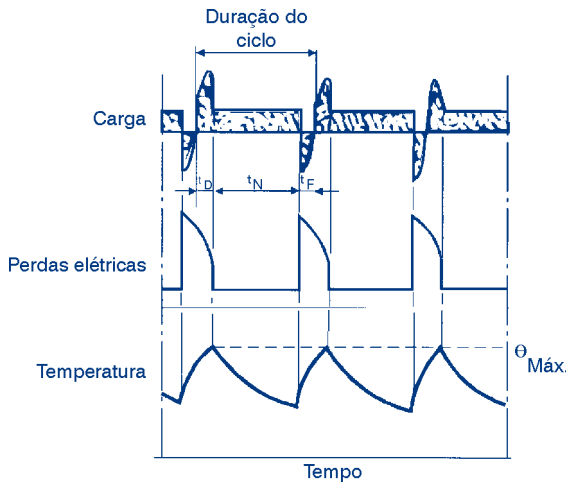


Figura 5.14

h) Regime de funcionamento contínuo com mudança periódica na relação carga/velocidade de rotação (S8)

Seqüência de ciclos de regimes idênticos, cada ciclo consistindo de um período de partida e um período de funcionamento a carga constante, correspondendo a uma velocidade de rotação pré-determinada, seguidos de um ou mais períodos de funcionamento a outras cargas constantes, correspondentes a diferentes velocidades de rotação. Não existe período de repouso (figura 5.15).

- $t_{F1} - t_{F2}$ = frenagem elétrica
- t_D = partida
- $t_{N1} - t_{N2} - t_{N3}$ = funcionamento em carga constante
- $\theta_{m\acute{a}x}$ = temperatura máxima atingida durante o ciclo

Fator de duração de ciclo:

$$= \frac{t_D + t_{N1}}{t_D + t_{N1} + t_{F1} + t_{N2} + t_{F2} + t_{N3}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{t_{F1} + t_{N2}}{t_D + t_{N1} + t_{F1} + t_{N2} + t_{F2} + t_{N3}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{t_{F2} + t_{N3}}{t_D + t_{N1} + t_{F1} + t_{N2} + t_{F2} + t_{N3}} \cdot 100\%$$

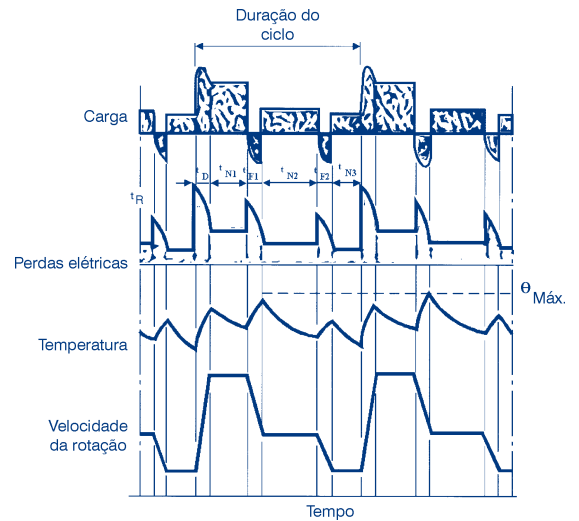


Figura 5.15

i) Regime com variações não periódicas de carga e de velocidade (S9)

Regime no qual geralmente a carga e a velocidade variam não periodicamente, dentro da faixa de funcionamento admissível, incluindo freqüentemente sobrecargas aplicadas que podem ser muito superiores às plenas cargas (figura 5.16).

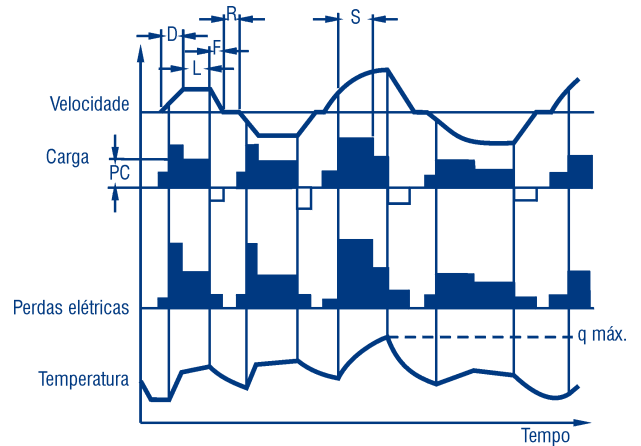


Figura 5.16

j) Regime com cargas constantes distintas (S10)

Regime com cargas constantes distintas, incluindo no máximo, quatro valores distintos de carga (ou cargas equivalentes), cada valor sendo mantido por tempo suficiente para que o equilíbrio térmico seja atingido. A carga mínima durante um ciclo de regime pode ter o valor zero (funcionando em vazio ou repouso). (Figuras 5.17a, b e c).

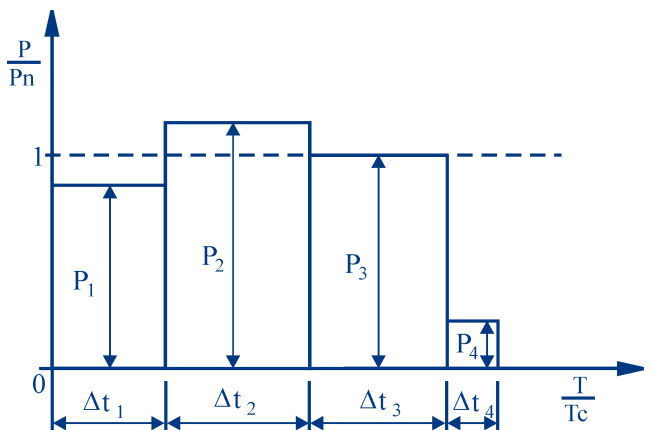


Figura 5.17a

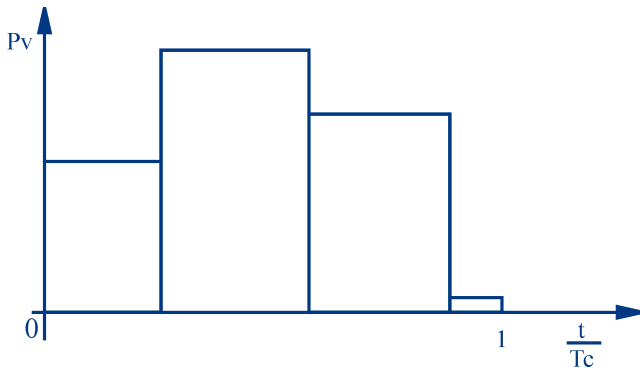


Figura 5.17b

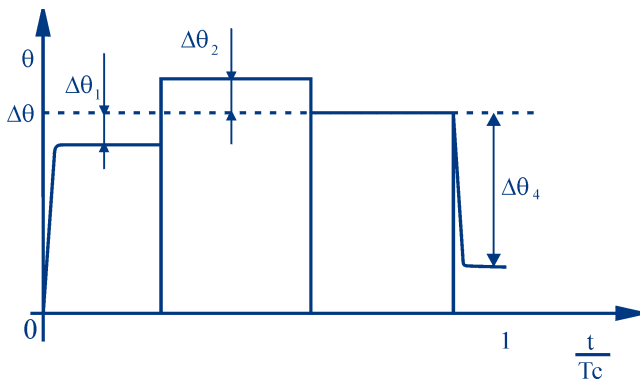


Figura 5.17c

NOTA: nos regimes S3 e S8, o período é geralmente curto demais para que seja atingido o equilíbrio térmico, de modo que o motor vai se aquecendo e resfriando parcialmente a cada ciclo. Depois de um grande número de ciclos o motor atinge uma faixa de elevação de temperatura e equilíbrio.

k) Regimes especiais

Onde a carga pode variar durante os períodos de funcionamento, existe reversão ou frenagem por contra-corrente, etc., a escolha do motor adequado, deve ser feita mediante consulta à fábrica e depende de uma descrição completa do ciclo:

- Potência necessária para acionar a carga ou, se ela varia conforme um gráfico de potência requerida durante um ciclo (a figura 5.14 mostra um gráfico simples, onde a potência varia no período de carga).
- Conjugado resistente da carga.
- Momento de inércia total (GD^2 ou J) da máquina acionada, referida à sua rotação nominal.
- Número de partidas, reversões, frenagens por contra-corrente, etc.
- Duração dos períodos em carga e em repouso ou vazio.

5.3.2 Designação do regime tipo

O regime tipo é designado pelo símbolo descrito no item 5.3. No caso de regime contínuo, este pode ser indicado, em alternativa, pela palavra “contínuo”. Exemplos das designações dos regimes:

1) S2 60 segundos

A designação dos regimes S2 a S8 é seguida das seguintes indicações:

- a) S2, do tempo de funcionamento em carga constante;
- b) S3 a S6, do fator de duração do ciclo;
- c) S8, de cada uma das velocidades nominais que constituem o ciclo, seguida da respectiva potência nominal e do seu respectivo tempo de duração.

No caso dos regimes S4, S5, S7 e S8, outras indicações a serem acrescentadas à designação, deverão ser estipuladas mediante acordo entre fabricante e comprador.

NOTA: como exemplo das indicações a serem acrescentadas, mediante o referido acordo às designações de regimes tipo diferentes do contínuo, citam-se as seguintes, aplicáveis segundo o regime tipo considerado:

- a) Número de partidas por hora;
- b) Número de frenagens por hora;
- c) Tipo de frenagens;
- d) Constante de energia cinética (H), na velocidade nominal, do motor e da carga, esta última podendo ser substituída pelo fator de inércia (FI).

onde:

Constante de energia cinética é a relação entre a energia cinética (armazena no rotor à velocidade de rotação nominal) e a potência aparente nominal. Fator de inércia é a relação entre a soma do momento de inércia total da carga (referido ao eixo do motor) e do momento de inércia do rotor.

2) S3 25%; S6 40%

3) S8 motor H.1 Fl. 10 33cv 740rpm 3min

- H.1 significa uma constante de energia cinética igual a 1s;
- Fl.10 significa um fator de inércia igual a 10.

4) S10 para $\Delta t = 1,1/0,4; 1,0/0,3; 0,9/0,2; r/0,1; TL=0,6$, onde:

Δt está em p.u. (por unidade) para as diferentes cargas e suas durações respectivas e do valor de TL em p.u. para a expectativa de vida térmica do sistema de isolamento. Durante os períodos de repouso, a carga deve ser indicada pela letra “r”.

5.3.3 Potência nominal

É a potência que o motor pode fornecer, dentro de suas características nominais, em regime contínuo. O conceito de potência nominal, ou seja, a potência que o motor pode fornecer, está intimamente ligado à elevação de temperatura do enrolamento. Sabemos que o motor pode acionar cargas de potências bem acima de sua potência nominal, até quase atingir o conjugado máximo. O que acontece, porém, é que, se esta sobrecarga for excessiva, isto é, for exigida do motor uma potência muito acima daquela para a qual foi projetado, o aquecimento normal será ultrapassado e a vida do motor será diminuída, podendo ele, até mesmo, queimar-se rapidamente. Deve-se sempre ter em mente que a potência solicitada ao motor é definida pelas características da carga, isto é, independentemente da potência do motor, ou seja: para uma carga de 90cv solicitada de um motor, por exemplo, independentemente deste ser de 75cv ou 100cv, a potência solicitada ao motor será de 90cv.

5.3.4 Potências equivalentes para cargas de pequena inércia

Evidentemente um motor elétrico deverá suprir à máquina acionada a potência necessária, sendo recomendável que haja uma margem de folga, pois pequenas sobrecargas poderão ocorrer; ou ainda, dependendo do regime de serviço, o motor pode eventualmente suprir mais ou menos potência. Apesar das inúmeras formas normalizadas de descrição das condições de funcionamento de um motor, é freqüentemente necessário na prática, avaliar a solicitação imposta ao motor por um regime mais complexo que aqueles descritos nas normas. Uma forma usual é calcular a potência equivalente pela fórmula:

$$(P_m)^2 = \frac{1}{T} \sum_0^T P(t) \cdot \Delta t$$

- Onde: P_m = potência equivalente solicitada ao motor
- $P(t)$ = potência, variável com o tempo, solicitada ao motor
- T = duração total do ciclo (período)

O método é baseado na hipótese de que a carga efetivamente aplicada ao motor acarretará a mesma solicitação térmica que uma carga fictícia, equivalente, que solicita continuamente a potência P_m . Baseia-se também no fato de ser assumida uma variação das perdas com o quadrado da carga, e que a elevação de temperatura é diretamente proporcional às perdas. Isto é verdadeiro para motores que giram continuamente, mas são solicitados intermitentemente.

Assim,

$$P_m = \sqrt{\frac{P_1^2 \cdot t_1 + P_2^2 \cdot t_2 + P_3^2 \cdot t_3 + P_4^2 \cdot t_4 + P_5^2 \cdot t_5 + P_6^2 \cdot t_6}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}}$$

Potência

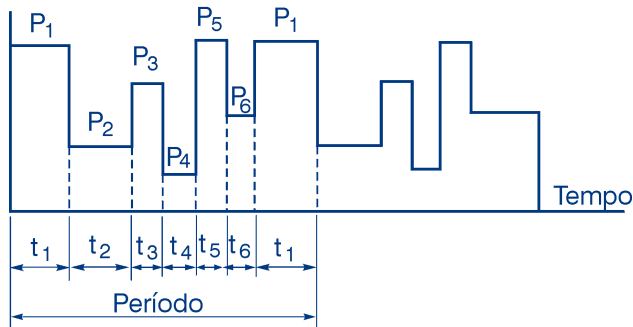


Figura 5.18 - Funcionamento contínuo com solicitações intermitentes

No caso do motor ficar em repouso entre os tempos de carga, a refrigeração deste será prejudicada. Assim, para os motores onde a ventilação está vinculada ao funcionamento do motor (por exemplo, motores totalmente fechados com ventilador externo montados no próprio eixo do motor) a potência equivalente é calculada pela fórmula:

$$(P_m)^2 = \frac{\sum (P_i^2 \cdot t_i)}{\sum (t_i + 1 t_r)}$$

onde: t_i = tempos em carga
 t_r = tempos em repouso
 P_i = cargas correspondentes

$$P_m = \sqrt{\frac{P_1^2 \cdot t_1 + P_3^2 \cdot t_3 + P_5^2 \cdot t_5 + P_6^2 \cdot t_6}{t_1 + t_3 + t_5 + t_6 + \frac{1}{3} (t_2 + t_4 + t_7)}}$$

Potência

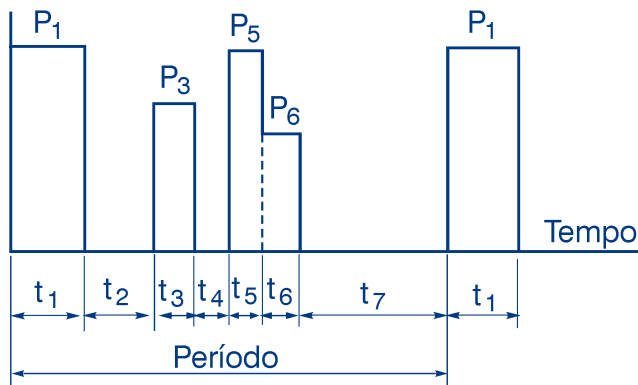


Figura 5.19 - Funcionamento com carga variável e com repouso entre os tempos de carga

5.4 Fator de serviço (FS)

Chama-se fator de serviço (FS) o fator que, aplicado à potência nominal, indica a carga permissível que pode ser aplicada continuamente ao motor, sob condições especificadas. Note que se trata de uma capacidade de sobrecarga contínua, ou seja, uma reserva de potência que dá ao motor uma capacidade de suportar melhor o funcionamento em condições desfavoráveis. O fator de serviço não deve ser confundido com a capacidade de sobrecarga momentânea, durante alguns minutos. O fator de serviço $FS = 1,0$, significa que o motor não foi projetado para funcionar continuamente acima de sua potência nominal. Isto, entretanto, não muda a sua capacidade para sobrecargas momentâneas. A NBR 7094 especifica os fatores de serviço usuais por potência.

6. Características de ambiente

Para analisar a viabilidade do uso de um motor em uma determinada aplicação deve-se levar em consideração alguns parâmetros entre os quais:

- . Altitude em que o motor será instalado;
- . Temperatura do meio refrigerante.

Conforme a NBR-7094, as condições usuais de serviço, são:

- Altitude não superior a 1.000 m acima do nível do mar;
- Meio refrigerante (na maioria dos casos, o ar ambiente) com temperatura não superior a 40 °C e isenta de elementos prejudiciais.

Até estes valores de altitude e temperatura ambiente, considera-se condições normais e o motor deve fornecer, sem sobreaquecimento, sua potência nominal.

6.1 Altitude

Motores funcionando em altitudes acima de 1.000 m. apresentam problemas de aquecimento causado pela rarefação do ar e, conseqüentemente, diminuição do seu poder de arrefecimento.

A insuficiente troca de calor entre o motor e o ar circundante, leva à exigência de redução de perdas, o que significa, também, redução de potência. Os motores têm aquecimento diretamente proporcional às perdas e estas variam, aproximadamente, numa razão quadrática com a potência. Existem ainda três soluções possíveis:

- A instalação de um motor em altitudes acima de 1.000 metros pode ser feita usando-se material isolante de classe superior.
- Motores com fator de serviço maior que 1,0 (1,15 ou maior) trabalharão satisfatoriamente em altitudes acima de 1.000 m com temperatura ambiente de 40 °C desde que seja requerida pela carga, somente a potência nominal do motor.
- Segundo a norma NBR-7094, a redução necessária na temperatura ambiente deve ser de 1% dos limites de elevação de temperatura para cada 100m de altitude acima de 1.000 m. Esta regra é válida para altitudes até 4.000m. Valores acima, contactar a WEG.

Exemplo 1:

Motor de 100cv, isolamento F com ΔT 80 K, trabalhando numa altitude de 1.500 m acima do nível do mar, a temperatura ambiente de 40°C será reduzida em 5%, resultando em uma temperatura ambiente máxima estável de 36°C.

Evidentemente, a temperatura ambiente poderá ser maior desde que a elevação da temperatura seja menor do que a da classe térmica.

$$T_{amb} = 40 - 80 \cdot 0,05 = 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

6.2 Temperatura ambiente

Motores que trabalham em temperaturas inferiores a -20 °C, apresentam os seguintes problemas:

- Excessiva condensação, exigindo drenagem adicional ou instalação de resistência de aquecimento, caso o motor fique longos períodos parado.
- Formação de gelo nos mancais, provocando endurecimento das graxas ou lubrificantes nos mancais, exigindo o emprego de lubrificantes especiais ou graxa anticongelante (veja capítulo Manutenção).

Em motores que trabalham à temperaturas ambientes constantemente superiores a 40 °C, o enrolamento pode atingir temperaturas prejudiciais à isolação. Este fato tem que ser compensado por um projeto especial do motor, usando materiais isolantes especiais ou pela redução da potência nominal do motor.

6.3 Determinação da potência útil do motor nas diversas condições de temperatura e altitude

Associando os efeitos da variação da temperatura e da altitude, a capacidade de dissipação da potência do motor pode ser obtida multiplicando-se a

potência útil pelo fator de multiplicação obtido na tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Fator de multiplicação da potência útil em função da temperatura ambiente (T) em "°C" e de altitude (H) em "m"

T/H	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
1 0	1,16	1,13	1,11	1,08	1,04	1,01	0,97
1 5	1,13	1,11	1,08	1,05	1,02	0,98	0,94
2 0	1,11	1,08	1,06	1,03	1,00	0,95	0,91
2 5	1,08	1,06	1,03	1,00	0,95	0,93	0,89
3 0	1,06	1,03	1,00	0,96	0,92	0,90	0,86
3 5	1,03	1,00	0,95	0,93	0,90	0,88	0,84
4 0	1,00	0,97	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80
4 5	0,95	0,92	0,90	0,88	0,85	0,82	0,78
5 0	0,92	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77
5 5	0,88	0,85	0,83	0,81	0,78	0,76	0,73
6 0	0,83	0,82	0,80	0,77	0,75	0,73	0,70

Exemplo 2:

Um motor de 100cv, isolamento F, para trabalhar num local com altitude de 2.000 m e a temperatura ambiente é de 55 °C.

Da tabela 6.1 - $\alpha = 0,83$ logo

$$P'' = 0,83 \cdot P_n$$

O motor poderá fornecer apenas 83% de sua potência nominal.

6.4 Atmosfera ambiente

6.4.1 Ambientes agressivos

Ambientes agressivos, tais como estaleiros, instalações portuárias, indústria de pescados e múltiplas aplicações navais, indústrias química e petroquímica, exigem que os equipamentos que neles trabalham, sejam perfeitamente adequados para suportar tais circunstâncias com elevada confiabilidade, sem apresentar problemas de qualquer espécie.

Para aplicação de motores nestes ambientes agressivos, a WEG possui uma linha específica para cada tipo de motores, projetados para atender os requisitos especiais e padronizados para as condições mais severas que possam ser encontradas. Os motores podem possuir as seguintes características especiais:

- enrolamento duplamente impregnado
- pintura anti-corrosiva alquídica, interna e externa
- placa de identificação de aço inoxidável
- elementos de montagem zincados
- ventilador de material não faiscante
- retentores de vedação entre o eixo e as tampas
- juntas de borracha para vedar caixa de ligação
- caixa de ligação de ferro fundido

No caso de motores navais, as características de funcionamento específicas são determinadas pelo tipo de carga acionada a bordo. Todos os motores porém, apresentam as seguintes características especiais:

- elevação de temperatura reduzida para funcionamento em ambientes até 50 °C
- capacidade de suportar, sem problemas, sobrecargas ocasionais de curta duração de até 60% acima do conjugado nominal, conforme normas das Sociedades Classificadoras.

No que diz respeito ao controle rígido para assegurar a confiabilidade em serviço, os motores navais WEG se enquadram nas exigências de construção, inspeção e ensaios estabelecidos nas normas das Sociedades Classificadoras, entre as quais:

- AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
- BUREAU VERITAS
- LLOYD'S REGISTER OS SHIPPING
- GERMANISCHER LLOYD

6.4.2 Ambientes contendo poeiras ou fibras

Para analisar se os motores podem ou não trabalhar nestes ambientes, devem ser informados os seguintes dados: tamanho e quantidade aproximada das fibras contidas no ambiente. O tamanho e a quantidade de fibras são

fatores importantes, pois, uma grande quantidade de poeira depositada sobre as aletas do motor pode funcionar como um isolante térmico, e fibras de maior tamanho podem provocar, no decorrer do tempo, a obstrução da ventilação prejudicando o sistema de refrigeração. Quando o conteúdo de fibras for elevado, devem ser empregados filtros de ar ou efetuar limpeza nos motores.

6.4.3 Locais em que a ventilação do motor é prejudicada

Nestes casos, existem duas soluções:

- 1) Utilizar motores sem ventilação;
- 2) Para motores com ventilação por dutos, calcula-se o volume de ar deslocado pelo ventilador do motor, determinando a circulação de ar necessária para perfeita refrigeração do motor.

6.4.4. Ambientes perigosos

Os motores a prova de explosão, destinam-se a trabalhar em ambientes classificados como perigosos por conterem gases, vapores, poeiras ou fibras inflamáveis ou explosivos. O capítulo 7 (ambientes perigosos) trata especificamente o assunto.

6.5 Graus de proteção

Os invólucros dos equipamentos elétricos, conforme as características do local em que serão instalados e de sua acessibilidade, devem oferecer um determinado grau de proteção. Assim, por exemplo, um equipamento a ser instalado num local sujeito a jatos d'água, deve possuir um invólucro capaz de suportar tais jatos, sob determinados valores de pressão e ângulo de incidência, sem que haja penetração de água.

6.5.1 Código de identificação

A norma NBR-6146 define os graus de proteção dos equipamentos elétricos por meio das letras características IP, seguidas por dois algarismos.

Tabela 6.2 - 1ª ALGARISMO: Indica o grau de proteção contra penetração de corpos sólidos estranhos e contato acidental

1º ALGARISMO	
ALGARISMO	INDICAÇÃO
0	Sem proteção
1	Corpos estranhos de dimensões acima de 50mm
2	Corpos estranhos de dimensões acima de 12mm
3	Corpos estranhos de dimensões acima de 2,5mm
4	Corpos estranhos de dimensões acima de 1,0mm
5	Proteção contra acúmulo de poeiras prejudiciais ao motor
6	Totalmente protegido contra a poeira

Tabela 6.3 - 2ª ALGARISMO: Indica o grau de proteção contra penetração de água no interior do motor

2º ALGARISMO	
ALGARISMO	INDICAÇÃO
0	Sem proteção
1	Pingos de água na vertical
2	Pingos de água até a inclinação de 15º com a vertical
3	Água de chuva até a inclinação de 60º com a vertical
4	Respingos de todas as direções
5	Jatos d'água de todas as direções
6	Água de vagalhões
7	Imersão temporária
8	Imersão permanente

As combinações entre os dois algarismos, isto é, entre os dois critérios de proteção, estão resumidos na tabela 6.4. Note que, de acordo com a norma, a qualificação do motor em cada grau, no que se refere a cada um dos algarismos, é bem definida através de ensaios padronizados e não sujeita a interpretações, como acontecia anteriormente.

Tabela 6.4 - Graus de proteção

Motor	Classes de proteção	1º algarismo		2º algarismo
		Proteção contra contato	Proteção contra corpos estranhos	Proteção contra água
Motores abertos	IP00	não tem	não tem	não tem
	IP02	não tem	não tem	pingos de água até uma inclinação de 15º com a vertical
	IP11	toque acidental com a mão	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50mm	pingos de água na vertical
	IP12	toque acidental com a mão	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50 mm	pingos de água até uma inclinação de 15º com a vertical
	IP13	toque acidental com a mão	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50 mm	água de chuva até uma inclinação de 60º com a vertical
	IP21	toque com os dedos	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 12mm	pingos de água na vertical
	IP22	toque com os dedos	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 12 mm	pingos de água até uma inclinação de 15º com a vertical
	IP23	toque com os dedos	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 12 mm	água de chuva até uma inclinação de 60º com a vertical
Motores fechados	IP44	toque com ferramentas	corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 1mm	respingos de todas as direções
	IP54	proteção completa contra toques	proteção contra acúmulo de poeiras nocivas	respingos de todas as direções
	IP55	proteção completa contra toques	proteção contra acúmulo de poeiras nocivas	jatos de água em todas as direções
	IP(W)55	proteção completa contra toques	proteção contra acúmulo de poeiras nocivas	chuva maresia

6.5.2 Tipos usuais de proteção

Embora alguns algarismos indicativos de grau de proteção possam ser combinados de muitas maneiras, somente alguns tipos de proteção são empregados nos casos normais. São eles: IP21, IP22, IP23, IP44 e IP55. Os três primeiros são motores abertos e os dois últimos são motores blindados. Para aplicações especiais mais rigorosas, são comuns também os graus de proteção IPW55 (proteção contra intempéries), IP56 (proteção contra "água de vagalhões") e IP65 (totalmente protegido contra poeiras). Outros graus de proteção para motores são raramente fabricados, mesmo porque, qualquer grau de proteção atende plenamente aos requisitos dos inferiores (algarismos menores). Assim, por exemplo, um motor IP55 substitui com vantagens os motores IP12, IP22 ou IP23, apresentando maior segurança contra exposição acidental à poeiras e água. Isto permite padronização da produção em um único tipo que atenda a todos os casos, com vantagem adicional para o comprador nos casos de ambientes menos exigentes.

6.5.3 Motores a prova de intempéries

A letra W, colocada entre as letras IP e os algarismos indicativos do grau de proteção, indica que o motor é protegido contra intempéries.

Exemplo:

IPW55 significa motor com grau de proteção IP55 quanto a penetração de poeiras e água, sendo, além disso, protegido contra intempéries (chuva, maresia, etc.), também chamados motores de uso naval.

Ambientes agressivos exigem que os equipamentos que neles trabalham, sejam, perfeitamente adequados para suportar tais circunstâncias com elevada confiabilidade, sem apresentar problemas de qualquer espécie.

A WEG produz variada gama de motores elétricos com características técnicas especiais, apropriadas à utilização em estaleiros, instalações portuárias, indústria do pescado e múltiplas aplicações navais, além das indústrias químicas e petroquímicas e outros ambientes de condições agressivas. Sendo assim adequados aos mais severos regimes de trabalho.

6.6 Resistência de aquecimento

As resistências de aquecimento são instaladas quando um motor elétrico é instalado em ambientes muito úmidos, com a possibilidade de ficar desligado por longos períodos, impedindo o acúmulo de água, no interior do motor, pela condensação do ar úmido. As resistências de aquecimento, aquecem o interior do motor alguns graus acima do ambiente (5 a 10°C), quando o motor está desligado.

A tensão de alimentação das resistências de aquecimento, deverá ser especificada pelo cliente, sendo disponíveis em 110V, 220V e 440V. Dependendo da carcaça, serão empregados os resistores de aquecimento, conforme tabela 6.5.

Tabela 6.5 - Resistência de aquecimento

Carcaça	Potência (W)
63 a 90	8
100 a 112	16
132	24
160 a 200	48
225 a 250	79
280 a 355	158

6.7 Limites de ruído

Os motores WEG atendem as normas NEMA, IEC e NBR que especificam os limites máximos de nível de potência sonora, em decibéis. Os valores da tabela 6.6, estão conforme NBR 7565.

Tabela 6.6 - Nível de potência sonora - dB(A) NBR 7565

Graus de proteção				IP22	IP44	IP22	IP44	IP22	IP44	IP22	IP44	IP22	IP44	IP22	IP44
Velocidade nominal (rpm) - "n"				n ≤ 960		960 < n ≤ 1320		1320 < n ≤ 1900		1900 < n ≤ 2360		2360 < n ≤ 3150		3150 < n ≤ 3750	
Faixas de potências nominais, P				Nível de potência sonora dB (A)											
Geradores de corrente		Motores													
Alternada kVA	Contínua kW	kW	cv												
P ≤ 1,1		P < 1,1	P < 1,5	73	73	76	76	77	78	79	81	81	84	82	86
1,1 < P < 2,2		1,1 < P < 2,2	1,5 < P < 3,0	74	74	78	78	81	82	83	85	85	86	86	91
2,2 < P < 5,5		2,2 < P < 5,5	3,0 < P < 7,5	77	78	81	82	85	86	86	90	89	93	93	95
5,5 < P < 11		5,5 < P < 11	7,5 < P < 15	81	82	85	85	88	90	90	93	93	97	97	96
11 < P < 22		11 < P < 22	15 < P < 30	84	86	88	88	91	94	93	97	96	100	97	100
22 < P < 37		22 < P < 37	30 < P < 50	87	90	91	91	94	98	96	100	99	102	101	102
37 < P < 55		37 < P < 55	50 < P < 75	90	93	95	94	96	100	98	102	101	104	103	104
55 < P < 110		55 < P < 110	75 < P < 150	93	96	97	95	100	103	101	104	103	106	105	106
110 < P < 220		110 < P < 220	150 < P < 300	97	99	100	102	103	106	103	108	105	109	107	110
220 < P < 630		220 < P < 630	300 < P < 860	99	102	103	105	106	108	106	109	107	111	110	113
630 < P < 1100		630 < P < 1100	860 < P < 1100	101	105	106	108	108	111	108	111	109	112	111	116
1100 < P < 2500		1100 < P < 2500	1500 < P < 3400	103	107	108	110	109	113	109	113	110	113	112	118
2500 < P < 6300		2500 < P < 6300	3400 < P < 8600	106	109	110	112	110	115	111	115	112	115	114	120

**Cálculo do nível de potência sonora a partir de valores de nível de pressão sonora
(medição realizada a 1 metro do motor)**

$$L_w = (L_p) + 10 \cdot \log \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

Onde:

L_w = Nível de potência sonora em dB(A)

L_p = Nível de pressão sonora superficial em dB(A)

S = Área da superfície de medição, em metros quadrados (ver tabela abaixo)

$S_0 = 1m^2$

Tabela 6.7 - Dimensões características das carcaças dos motores ensaiados na câmara acústica WEG

Carcaça	l_1 (mm)	l_2 (mm)	l_3 (mm)	S (m ²)
63	183	122	124	14,30
71	205	138	140	14,61
80	227	156	158	14,94
90S	243	176	178	15,28
90L	268	176	178	15,40
100L	303	196	198	15,83
112M	324	220	222	16,26
132S	365	270	260	17,04
132M	403	270	260	17,22
160M	479	307	314	18,29
160L	523	307	314	18,50
180M	548	347	354	19,41
180L	586	347	354	19,43
200M	607	383	392	20,10
200L	645	383	392	20,30
225S/M	705	485	480	22,07
250S/M	790	485	505	22,81
280S/M	905	610	590	25,12
315S/M	1000	615	628	26,12
355M/L	1245	760	725	29,66

l_1 , l_2 e l_3 são as dimensões do motor em teste

7. Ambientes perigosos

7.1 Áreas de risco

Uma instalação onde produtos inflamáveis são continuamente manuseados, processados ou armazenados, necessita, obviamente, de cuidados especiais que garantam a manutenção do patrimônio e preservem a vida humana. Os equipamentos elétricos, por suas próprias características, podem representar fontes de ignição, quer seja pelo centelhamento normal, devido a abertura e fechamento de contatos, quer seja por superaquecimento de algum componente, seja ele intencional ou causado por correntes de defeito.

7.2 Atmosfera explosiva

Uma atmosfera é explosiva quando a proporção de gás, vapor, pó ou fibras é tal, que uma faísca proveniente de um circuito elétrico ou o aquecimento de um aparelho provoca a explosão. Para que se inicie uma explosão, três elementos são necessários:

Combustível + oxigênio + faísca = explosão

7.3 Classificação das áreas de risco

De acordo com as normas ABNT/IEC, as áreas de risco são classificadas em:

Zona 0:

Região onde a ocorrência de mistura inflamável e/ou explosiva é contínua, ou existe por longos períodos. Por exemplo, a região interna de um tanque de combustível. A atmosfera explosiva está sempre presente.

Zona 1:

Região onde a probabilidade de ocorrência de mistura inflamável e/ou explosiva está associada à operação normal do equipamento e do processo. A atmosfera explosiva está freqüentemente presente.

Zona 2:

Locais onde a presença de mistura inflamável e/ou explosiva não é provável de ocorrer, e se ocorrer, é por poucos períodos. Está associada à operação anormal do equipamento e do processo, perdas ou uso negligente. A atmosfera explosiva pode acidentalmente estar presente. De acordo com a norma NEC, as áreas de risco são classificadas em divisões.

- Divisão I - Região onde se apresenta uma ALTA probabilidade de ocorrência de uma explosão.
- Divisão II - Região de menor probabilidade

Tabela 7.1 - Comparativo entre ABNT/IEC e NEC/API

Normas	Ocorrência de mistura inflamável		
	contínua	em condição normal	em condição anormal
IEC	Zona 0	Zona 1	Zona 2
NEC/API	Divisão 1		Divisão 2

Classes e grupos das áreas de risco

Classes - Referem-se à natureza da mistura. O conceito de classes só é adotado pela norma NEC.

Grupos - O conceito de grupo está associado à composição química da mistura.

Classe I:

Gases ou vapores explosivos.

Conforme o tipo de gás ou vapor, temos:

- GRUPO A - acetileno
- GRUPO B - hidrogênio, butadieno, óxido de eteno
- GRUPO C - éter etílico, etileno
- GRUPO D - gasolina, nafta, solventes em geral.

Classe II:

Poeiras combustíveis ou condutoras.

Conforme o tipo de poeira, temos:

- GRUPO E
- GRUPO F
- GRUPO G

Classe III:

Fibras e partículas leves e inflamáveis.

De acordo com a norma ABNT/IEC, as regiões de risco são divididas em:

- Grupo I - Para minas susceptíveis à liberação de grisu (gás a base de metano).
- Grupo II - Para aplicação em outros locais sendo divididos em IIA, IIB e IIC.

Tabela 7.2 - Correspondência entre ABNT/IEC e NEC/API

Gases Normas	Grupo de acetileno	Grupo de hidrogênio	Grupo de eteno	Grupo de propano
IEC	Gr II C	Gr II C	Gr II B	Gr II A
NEC/API	Classe I Gr A	Classe I Gr B	Classe I Gr C	Classe I Gr D

Tabela 7.3 - Classificação de áreas conforme IEC e NEC

Atmosfera explosiva	IEC- 60079.10	NEC
Gases ou vapores	Zona 0 e Zona 1	Classe I Divisão 1
	Zona 2	Classe I Divisão 2
Poeiras	Zona 10	Classe II Divisão 1
	Zona 11	
Fibras	Zona 10	Classe II Divisão 1
	Zona 11	

7.4 Classes de temperatura

A temperatura máxima na superfície exposta do equipamento elétrico deve ser sempre menor que a temperatura de ignição do gás ou vapor. Os gases podem ser classificados para as classes de temperatura de acordo com sua temperatura de ignição, por meio do qual a máxima temperatura de superfície da respectiva classe, deve ser menor que a temperatura dos gases correspondentes.

Tabela 7.4 - Classes de temperatura

IEC		NEC		Temperatura de ignição dos gases e/ou vapores
Classes de temperatura	Temperatura máxima de superfície	Classes de temperatura	Temperatura máxima de superfície	
T1	450	T1	450	> 450
T2	300	T2	300	> 300
		T2A	280	> 280
		T2B	260	> 260
		T2C	230	> 230
T3	200	T2D	215	> 215
		T3	200	> 200
		T3A	180	> 180
		T3B	165	> 165
T4	135	T3C	160	> 160
		T4	135	> 135
		T4A	120	> 120
T5	100	T5	100	> 100
T6	85	T6	85	> 85

7.5 Equipamentos para áreas de risco (opções para os equipamentos)

Tabela 7.5

Tipo de proteção	Simbologia IEC/ABNT	Definição	Área de aplicação	Nomal ABNT ou IEC
À prova de explosão	Ex(d)	Capaz de suportar explosão interna sem permitir que se propague para o meio externo	zonas 1 e 2	IEC-60079.10 NBR-5363
Segurança aumentada	Ex(e)	Medidas construtivas adicionais aplicadas a equipamentos que em condições normais de operação não produzem arco, centelha ou alta temperatura	zonas 1 e 2	IEC-60079.7 NBR-9883
Não acendível	Ex(n)	Dispositivo ou circuitos que apenas em condições normais de operação, não possuem energia suficiente para inflamar a atmosfera explosiva	zona 2	IEC-60079.15
Invólucro hermético	Ex(h)	Invólucro com fechamento hermético (por fusão de material)	zona 2	PROJ. IEC-31 (N) 36

Os ensaios e certificação desses equipamentos serão desenvolvidos pelo LABEX - Laboratório de Ensaio e Certificação de Equipamentos Elétricos com Proteção contra Explosão -, que foi inaugurado em 16/12/1986 e pertence ao conglomerado laboratorial do Centro de Pesquisas Elétricas - CEPEL da Eletrobrás. O quadro abaixo mostra a seleção dos equipamentos para as áreas classificadas de acordo com a norma IEC 60079-14 ou VDE165. De acordo com a norma NEC, a relação dos equipamentos está mostrada no quadro abaixo:

Tabela 7.6

IEC-60079-14 / VDE 0165	
ZONA 0	<ul style="list-style-type: none"> Ex-i ou outro equipamento, ambos especialmente aprovados para zona 0
ZONA 1	Equipamentos com tipo de proteção: <ul style="list-style-type: none"> à prova de explosão Ex-d pressurização Ex-p segurança intrínseca Ex-i imersão em óleo Ex-o segurança aumentada Ex-e enchimento com areia Ex-q proteção especial Ex-s encapsulamento Ex-m
ZONA 2	<ul style="list-style-type: none"> Qualquer equipamento certificado para zona 0 ou 1 Equipamentos para zona 2 Não acendível Ex-n

De acordo com a norma NEC, a relação dos equipamentos está mostrada no quadro abaixo:

Tabela 7.7

NORMA NEC	
DIVISÃO I	Equipamentos com tipo de proteção: <ul style="list-style-type: none"> à prova de explosão serão para classe I Ex-d pressurização Ex-p imersão em óleo Ex-o segurança intrínseca Ex-i
DIVISÃO II	<ul style="list-style-type: none"> Qualquer equipamento certificado para divisão I Equipamentos incapazes de gerar faíscas ou superfícies quentes em invólucros de uso geral: não acendíveis.

7.6 Equipamentos de segurança aumentada - Proteção Ex-e

É o equipamento elétrico que, sob condições de operação não produz arcos, faíscas ou aquecimento suficiente para causar ignição da atmosfera explosiva para o qual foi projetado.

Tempo t_E - tempo necessário para que um enrolamento de corrente alternada, quando percorrido pela sua corrente de partida, atinja a sua temperatura limite, partindo da temperatura atingida em regime nominal, considerando a

temperatura ambiente ao seu máximo. Abaixo, mostramos os gráficos que ilustram como devemos proceder a correta determinação do tempo " t_E " (figuras 7.1 e 7.2).

- A - temperatura ambiente máxima
- B - temperatura em serviço nominal
- C - temperatura limite
- 1 - elevação da temperatura em serviço
- 2 - elevação da temperatura com rotor bloqueado

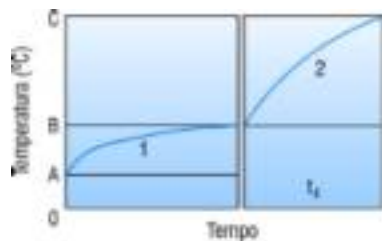


Figura 7.1 - Diagrama esquemático explicando o método de determinação do tempo " t_E "

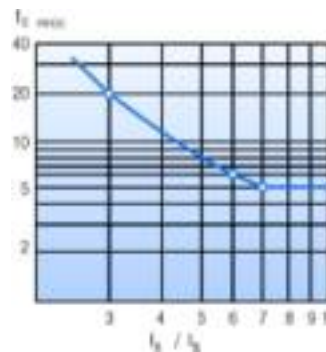


Figura 7.2 - Valor mínimo do tempo " t_E " em função da relação da corrente de partida I_p / I_n

7.7 Equipamentos com invólucros à prova de explosão - Ex-d

É um tipo de proteção em que as partes que podem inflamar uma atmosfera explosiva, são confinadas em invólucros que podem suportar a pressão durante uma explosão interna de uma mistura explosiva e que previne a transmissão da explosão para uma atmosfera explosiva.

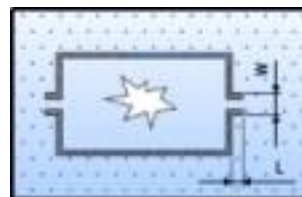


Figura 7.3 - Princípio da proteção Ex-d

O motor elétrico de indução (de qualquer proteção), não é estanque, ou seja, troca ar com o meio externo. Quando em funcionamento, o motor se aquece e o ar em seu interior fica com uma pressão maior que a externa (o ar é expelido); quando é desligada a alimentação, o motor se resfria e a pressão interna diminui, permitindo a entrada de ar (que neste caso está contaminado). A proteção Ex-d não permitirá que uma eventual explosão interna se propague ao ambiente externo. Para a segurança do sistema, a WEG controla os valores dos interstícios e as condições de acabamento das juntas, pois são responsáveis pelo volume de gases trocados entre o interior e exterior do motor.

Além de executar testes hidrostáticos em 100% das tampas, caixas de ligações e carcaças, com uma pressão quatro vezes maior que a verificada em testes realizados em laboratórios nacionais e internacionais de renome, realiza também testes de explosão provocada em institutos de pesquisa reconhecidos, como por exemplo o IPT de São Paulo.

8. Características construtivas

8.1 Dimensões

As dimensões dos motores elétricos WEG são padronizadas de acordo com a NBR-5432 a qual acompanha a International Electrotechnical Commission - IEC-60072. Nestas normas a dimensão básica para a padronização das dimensões de montagem de máquinas elétricas é a altura do plano da base ao centro da ponta do eixo, denominado de H (figura 8.1).

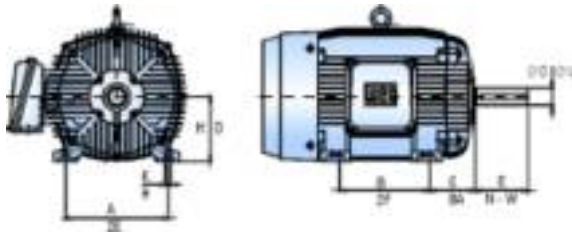


Figura 8.1

A cada altura de ponta de eixo H é associada uma dimensão C, distância do centro do furo dos pés do lado da ponta do eixo ao plano do encosto da ponta de eixo. A cada dimensão H, contudo, podem ser associadas várias dimensões B (dimensão axial da distância entre centros dos furos dos pés), de forma que é possível ter-se motores mais "longos" ou mais "curtos". A dimensão A, distância entre centros dos furos dos pés, no sentido frontal, é única para valores de H até 315, mas pode assumir múltiplos valores a partir da carcaça H igual a 355mm.

Para os clientes que exigem carcaças padronizadas pela norma NEMA, a tabela 8.1 faz a comparação entre as dimensões H - A - B - C - K - D - E da ABNT/IEC e D - 2E - 2F - BA - H - U - NW da norma NEMA.

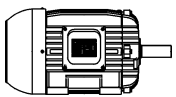

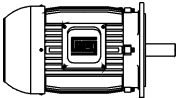
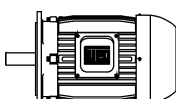
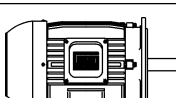
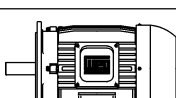
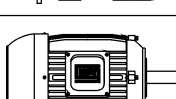
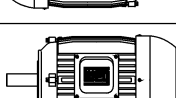
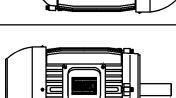
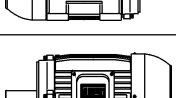


Tabela 8.1 - Comparação de dimensões ABNT/IEC e NEMA

ABNT / IEC NEMA	H D	A 2E	B 2F	C BA	K H	Ø D Ø U	E N-W
63	63	100	80	40	7	11j6	23
71	72	112	90	45	7	14j6	30
80	80	125	100	50	10	19j6	40
90 S	90	140	100	56	10	24j6	50
143 T	88,9	139,7	101,6	57,15	8,7	22,2	57,15
90 L	90	140	125	56	10	24j6	50
145 T	88,9	139,7	127	57,15	8,7	22,2	57,15
100L	100	160	140	63	12	28j6	60
112 S	112	190	114	70	12	28j6	60
182 T	114,3	190,5	114,3	70	10,3	28,6	69,9
112 M	112	190	140	70	12	28j6	60
184 T	114,3	190,5	139,7	70	10,3	28,6	69,9
132 S	132	216	140	89	12	38k6	80
213 T	133,4	216	139,7	89	10,3	34,9	85,7
132 M	132	216	178	89	12	38k6	80
215 T	133,4	216	177,8	89	10,3	34,9	85,7
160 M	160	254	210	108	15	42k6	110
254 T	158,8	254	209,6	108	13,5	41,3	101,6
160 L	160	254	254	108	15	42k6	110
256 T	158,8	254	254	108	13,5	41,3	101,6
180 M	180	279	241	121	15	48k6	110
284 T	177,8	279,4	241,3	121	13,5	47,6	117,5
180 L	180	279	279	121	15	48k6	110
286 T	177,8	279,4	279,4	121	13,5	47,6	117,5
200 M	200	318	267	133	19	55m6	110
324 T	203,2	317,5	266,7	133	16,7	54	133,4
200 L	200	318	305	133	19	55m6	110
326 T	203,2	317,5	304,8	133	16,7	54	133,4
225 S	225	356	286	149	19	60m6	140
364 T	228,6	355,6	285,8	149	19,0	60,3	149,2
225 M	225	356	311	149	19	60m6	140
365 T	228,6	355,6	311,2	149	19,0	60,3	149,2
250 S	250	406	311	168	24	65m6	140
404 T	254	406,4	311,2	168	20,6	73	184,2
250 M	250	406	349	168	24	65m6	140
405 T	254	406,4	349,2	168	20,6	73	184,2
280 S	280	457	368	190	24	75m6	140
444 T	279,4	457,2	368,4	190	20,6	85,7	215,9
280 M	280	457	419	190	24	75m6	140
445 T	279,4	457,2	419,1	190	20,6	85,7	215,9
315 S	315	508	406	216	28	80m6	170
504 Z	317,5	508	406,4	215,9	31,8	92,1	269,9
315 M	315	508	457	216	28	80m6	170
505 Z	317,5	508	457,2	215,9	31,8	92,1	269,9
355 M	355	610	560	254	28	100m6	210
586	368,3	584,2	558,8	254	30	98,4	295,3
355 L	355	610	630	254	28	100m6	210
587	368,3	584,2	635	254	30	98,4	295,3

8.2 Formas construtivas normalizadas

Entende-se por forma construtiva, como sendo o arranjo das partes construtivas das máquinas com relação à sua fixação, à disposição de seus mancais e à ponta de eixo, que são padronizadas pela NBR-5031, IEC 60034-7, DIN-42955 e NEMA MG 1-4.03. A NBR-5432 determina que a caixa de ligação de um motor deve ficar situada de modo que a sua linha de centro se encontre num setor compreendido entre o topo do motor e 10 graus abaixo da linha de centro horizontal deste, do lado direito, quando o motor for visto do lado do acionamento. Os quadros a seguir indicam as diversas formas normalizadas.

Tabela 8.2a - Formas construtivas normalizadas (montagem horizontal)

Figura	Símbolo para					Fixação ou montagem
	Designação WEG	DIN 42950	IEC 60034 Parte 7		Carcaça	
			Código I	Código II		
	B3D	B3	IM B3	IM 1001	com pés	montada sobre subestrutura (*)
	B3E					
	B5D	B5	IM B5	IM 3001	sem pés	fixada pelo flange "FF"
	B5E					
	B35D	B3/B5	IM B35	IM 2001	com pés	montada sobre subestrutura pelos pés, com fixação suplementar pelo flange "FF"
	B35E					
	B14D	B14	IM B14	IM 3601	sem pés	fixada pelo flange "C"
	B14E					
	B34D	B3/B14	IM B34	IM 2101	com pés	montado sobre subestrutura pelos pés, com fixação suplementar pelo flange "C"
	B34E					
	B6D	B6	IM B6	IM 1051	com pés	montado em parede, pés à esquerda olhando-se do lado do acionamento
	B6E					

(*) Subestrutura: bases, placa de base, fundações, trilhos, pedestais, etc.

Tabela 8.2b - Formas construtivas normalizadas (montagem horizontal)

Figura	Símbolo para				Carcaça	Fixação ou montagem
	Designação WEG	DIN 42950	IEC 60034 Parte 7			
			Código I	Código II		
	B7D	B7	IM B7	IM 1061	com pés	montado em parede pés à direita, olhando-se do lado do acionamento
	B7E					
	B8D	B8	IM B8	IM 1071	com pés	fixada no teto
	B8E					

Tabela 8.3 - Formas construtivas normalizadas (montagem vertical)

Figura	Símbolo para				Carcaça	Fixação ou montagem
	Designação WEG	DIN 42950	IEC 60034 Parte 7			
			Código I	Código II		
	V5	V5	IM V5	IM 1011	com pés	montada em parede ou sobre subestrutura
	V6	V6	IM V6	IM 1031	com pés	montada em parede ou sobre subestrutura
	V1	V1	IM V1	IM 3011	sem pés	fixada pelo flange "FF", para baixo
	V3	V3	IM V3	IM 3031	sem pés	fixada pelo flange "FF", para cima
	V15	V1/V5	IM V15	IM 2011	com pés	montada em parede com fixação suplementar pelo flange "FF", para baixo
	V36	V3/V6	IM V36	IM 2031	com pés	fixada em parede com fixação suplementar pelo flange "FF", para cima
	V18	V18	IM V18	IM 3611	sem pés	fixada pela face superior do flange "C", para baixo
	V19	V19	IM V19	IM 3631	sem pés	fixada pela face superior do flange "C", para cima

8.3 Pintura

O plano de pintura abaixo, apresenta as soluções que são adotadas para cada aplicação.

Tabela 8.4 - Planos de pintura

USO RECOMENDADO	PLANO	COMPOSIÇÃO OPERACIONAL	NORMA
<p>Ambiente normal, levemente severo, abrigado ou desabrigado, para uso industrial, com baixa umidade relativa, variações normais de temperatura e presença de SO₂.</p> <p>Nota: Não recomendado para exposição direta a vapores ácidos, álcalis e solventes.</p> <p>Recomendação de uso específico: O Plano 201 (plano padrão) é indicado para os motores de linha normal de fabricação.</p>	201	<p>Fundo</p> <p>Superfície em aço: 1 camada com 18 a 28 µm de revestimento autoforético a base de cloreto de polivinilideno.</p> <p>Superfície em ferro fundido: 1 demão com 20 a 55 µm de primer sintético alquídico.</p> <p>Acabamento: 1 demão com 40 a 60 µm de esmalte sintético alquídico.</p>	TOP-1901E
<p>Ambiente industrial severo em locais abrigados ou desabrigados podendo conter presença de SO₂, vapores e contaminantes sólidos e alta umidade. Indicado para aplicação em indústrias de papel e celulose, mineração, química e petroquímica.</p> <p>Nota: Atende à Norma Petrobrás N 1736, condição 3.</p>	202	<p>Fundo</p> <p>Superfície em aço: 1 camada com 18 a 28 µm de revestimento autoforético a base de cloreto de polivinilideno.</p> <p>Superfície em ferro fundido: 1 demão com 20 a 55 µm de primer sintético alquídico.</p> <p>Intermediário: 1 demão com 20 a 40 µm de primer epóxi isocianato.</p> <p>Acabamento: 1 demão com 100 a 140 µm de acabamento epóxi poliâmida alta espessura.</p>	TOP-2248E
<p>Ambiente normal, levemente severo, abrigado ou desabrigado, para uso industrial, com baixa umidade relativa, variações normais de temperatura e presença de SO₂.</p> <p>Notas:</p> <p>1) Não recomendado para exposição direta a vapores ácidos, álcalis e solventes.</p> <p>2) Não aplicar o Plano 203 em motores com carcaça em chapa de aço.</p>	203	<p>Fundo</p> <p>Superfície em aço: 1 camada com 18 a 28 µm de revestimento autoforético a base de cloreto de polivinilideno.</p> <p>Superfície em ferro fundido: 1 demão com 20 a 55 µm de primer sintético alquídico.</p> <p>Intermediário: 1 demão com 30 a 45 µm de primer alquídico por pulverização.</p> <p>Acabamento: 1 demão com 30 a 45 µm de esmalte sintético alquídico.</p>	-
<p>Ambiente marítimo agressivo ou industrial marítimo, abrigado ou desabrigado, podendo conter alta umidade. Indicado para aplicação em indústrias de papel e celulose, mineração, química e petroquímica.</p> <p>Nota: Atende às Normas Petrobrás N 1736 (condição 4) e e N 1374</p>	204	<p>Fundo: 1 demão com 60 a 100 µm de primer etil silicato de zinco.</p> <p>Intermediário: 1 demão com 120 a 140 µm de epóxi poliâmida alta espessura.</p> <p>Acabamento: 2 demãos com 80 a 100 µm cada, de acabamento poliuretano alifático alta espessura.</p>	TOP-552E
<p>Ambiente normal, levemente severo e abrigado, para uso doméstico, com baixa umidade relativa, variações normais de temperatura.</p> <p>Nota: Não recomendado para exposição direta a vapores ácidos, álcalis e solventes.</p> <p>Recomendação de uso específico: O Plano 207 é indicado para uso em motores embalados em caixa de papelão e paletes com separadores de papelão e também motores para bomba de combustíveis.</p>	207	<p>Fundo</p> <p>Superfície em aço: 1 camada com 18 a 28 µm de revestimento autoforético a base de cloreto de polivinilideno.</p> <p>Superfície em ferro fundido: 1 demão com 20 a 55 µm de primer sintético alquídico.</p> <p>Acabamento: 1 demão com 30 a 40 µm de acabamento nitrocelulose.</p>	-

Notas:

- 1) Para componentes fabricados em alumínio é dispensada a aplicação do fundo, porém, o componente deve ser jateado.
- 2) Caso o cliente solicite o Plano 204 sem acabamento, deve-se fornecer o motor pintado com composição fundo e intermediário,
- 3) Os motores que possuem partes em alumínio (tampas e/ou carcaças) devem ter estas partes pintadas apenas com tinta de acabamento do Plano 207.

8.4 REVESTIMENTO AUTOFORÉTICO

Trata-se de um processo de pintura desenvolvido nos EUA e patenteado pela Henkel S.I., destinado à exigente indústria automobilística e que vem sendo adotado por outras indústrias como a de mobiliário, motores elétricos, ferramentas, etc.

A Pintura Autoforética consiste no recobrimento de metais ferrosos com uma tinta à base de PVDC (látex) em dispersão aquosa sem a intervenção de corrente elétrica.

Desta forma obtêm-se uma película de proteção absolutamente uniforme em todos os pontos da peça independentemente da sua geometria. A deposição processa-se por reação química entre a tinta e o substrato ferroso, o que além de produzir uma aderência notável, dispensa o uso de fosfatização e / ou cromatização, com as conseqüentes vantagens ambientais.

O seu uso tem obtido a preferência da Indústria automobilística para componentes onde seja requerida uma elevada resistência à corrosão, como primário de elevada qualidade para pinturas decorativas ou como substituto de processos galvânicos.

O processo de pintura por Autoforese na cor preta proporciona uma pintura de melhor qualidade, sem escorrimento e com maior resistência à riscos e a corrosão. Esta última passou de 240 hs para 500 hs de "Salt Spray". O novo processo permite a eliminação da pintura após a montagem.

VANTAGENS E CARACTERÍSTICAS:

- Espessura uniforme sobre toda a superfície molhada;
 - Adesão seletiva sobre metal ferroso;
 - Ótima resistência anti-corrosiva;
 - Ótima aderência;
 - Ótima dureza e resistência ao risco;
 - Ótima flexibilidade e resistência à dobragem;
 - Resistente a óleos, solventes, combustíveis, etc.;
 - Pela baixa temperatura de cura permite a pintura de peças compostas metal-borracha ou metal-plástico;
- A Pintura Autoforética apresenta enormes vantagens ambientais face a processos alternativos de pintura ou galvânicos:
- Por não necessitar de fosfatização e/ou cromatização não usa fosfatos, cromo, cálcio, magnésio ou zinco;
 - Por ser um processo sem intervenção de corrente elétrica não usa metais pesados tóxicos como condutores;
 - É uma dispersão inteiramente aquosa sem qualquer tipo de solventes (VOC = zero!);
 - A cura é feita a uma temperatura de 105° C em vez dos 190° C habituais com a conseqüente economia energética;
 - Não utiliza corantes orgânicos.

9. Seleção e aplicação dos motores elétricos trifásicos

Na engenharia de aplicação de motores é comum e, em muitos casos prático, comparar as exigências da carga com as características do motor. Existem muitas aplicações que podem ser corretamente acionadas por mais de um tipo de motor, e a seleção de um determinado tipo, nem sempre exclui o uso de outros tipos.

Com o advento do computador, o cálculo pode ser aprimorado, obtendo-se resultados precisos que resultam em máquinas dimensionadas de maneira mais econômica.

Os motores de indução WEG, de gaiola ou de anel, de baixa e média tensão, encontram vasto campo de aplicação, notadamente nos setores de siderúrgica, mineração, papel e celulose, saneamento, químico e petroquímico, cimento entre outros, tornando-se cada vez mais importante a seleção do tipo adequado para cada aplicação.

A seleção do tipo adequado de motor, com respeito ao conjugado, fator de potência, rendimento e elevação de temperatura, isolamento, tensão e grau de proteção mecânica, somente pode ser feita, após uma análise cuidadosa, considerando parâmetros como: custo inicial, capacidade da rede, necessidade da correção do fator de potência, conjugados requeridos, efeito da inércia da carga, necessidade ou não de regulação de velocidade, exposição da máquina em ambientes úmidos, poluídos e/ou agressivos.

O motor assíncrono de gaiola é o mais empregado em qualquer aplicação industrial, devido à sua construção robusta e simples, além de ser a solução mais econômica, tanto em termos de motores como de comando e proteção. O meio mais adequado na atualidade para reduzir os gastos de energia é usar motores WEG da linha Alto Rendimento Plus. Está comprovado, por testes, que estes motores especiais têm até 30% a menos de perdas, o que significa uma real economia. Estes motores são projetados e construídos com a mais alta tecnologia, com o objetivo de reduzir perdas e incrementar o rendimento. Isto proporciona baixo consumo de energia e menor despesa. São os mais adequados nas aplicações com variação de tensão. São testados de acordo com a norma NBR-5383 e seus valores de rendimento certificados e estampados na placa de identificação do motor. A técnica de ensaio é o método B da IEEE STD 112. Os valores de rendimento são obtidos através do método de separação de perdas de acordo com a NBR-5383. Os motores de alto rendimento, série Plus, são padronizados conforme as normas IEC, mantendo a relação potência/carcaça, sendo portanto, intercambiáveis com todos os motores normalizados existentes no mercado. Embora de custo mais elevado que o motor de gaiola, a aplicação de motores de anéis necessária para partidas pesadas (elevada inércia), acionamento de velocidade ajustável ou quando é necessário limitar a corrente de partida mantendo um alto conjugado de partida.

Tabela 9.1 - Comparação entre diferentes tipos de máquinas

Tipo	Motor de indução de gaiola	Motor de indução de anéis
Projeto	Rotor não bobinado	Rotor bobinado
Corrente de partida	Alta	Baixa
Conjugado de partida	Baixo	Alto
Corrente de partida / corrente nominal	Alta	Baixa
Conjugado máximo	> 160% do conjugado nominal	> 160% do conjugado nominal
Rendimento	Alto	Alto
Equipamento de partida	Simple para partida direta	Relativamente simples
Equipamento de proteção	Simple	Simple
Espaço requerido	Pequeno	Reostato requer um espaço grande
Manutenção	Pequena	Nos anéis - freqüente
Custo	Baixo	Alto

Na seleção correta dos motores, é importante considerar as características técnicas de aplicação e as características de carga, no que se refere a aspectos mecânicos para calcular:

a) Conjugado de partida

Conjugado requerido para vencer a inércia estática da máquina e produzir movimento. Para que uma carga, partindo da velocidade zero, atinja a sua velocidade nominal, é necessário que o conjugado do motor seja sempre superior ao conjugado da carga.

b) Conjugado de aceleração

Conjugado necessário para acelerar a carga à velocidade nominal. O conjugado do motor deve ser sempre maior que o conjugado de carga, em todos os pontos entre zero e a rotação nominal. No ponto de interseção das duas curvas, o conjugado de aceleração é nulo, ou seja, é atingido o ponto de equilíbrio a partir do qual a velocidade permanece constante. Este ponto de interseção entre as duas curvas deve corresponder a velocidade nominal.

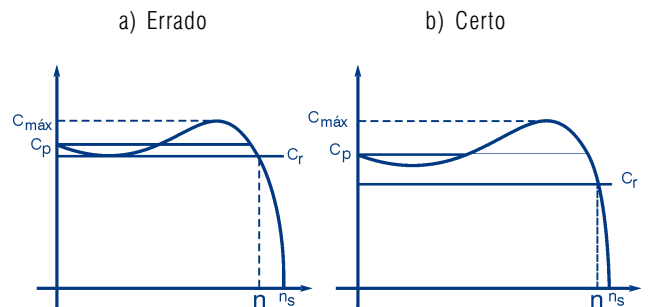


Figura 9.1 - Seleção de motor considerando o conjugado resistente da carga

- Onde: $C_{m\max}$ = conjugado máximo
 C_p = conjugado de partida
 C_r = conjugado resistente
 n_s = rotação síncrona
 n = rotação nominal

O conjugado de aceleração assume valores bastante diferentes na fase de partida. O conjugado médio de aceleração (C_a) obtém-se a partir da diferença entre o conjugado do motor e o conjugado resistente da carga.

c) Conjugado nominal

Conjugado nominal necessário para mover a carga em condições de funcionamento à velocidade específica.

O conjugado requerido para funcionamento normal de uma máquina pode ser constante ou varia entre amplos limites. Para conjugados variáveis, o conjugado máximo deve ser suficiente para suportar picos momentâneos de carga. As características de funcionamento de uma máquina, quanto ao conjugado, podem dividir-se em três classes:

Conjugado constante

Nas máquinas deste tipo, o conjugado permanece constante durante a variação da velocidade e a potência aumenta proporcionalmente com a velocidade.

- Conjugado requerido pela máquina
 - - - - - Potência requerida pela máquina

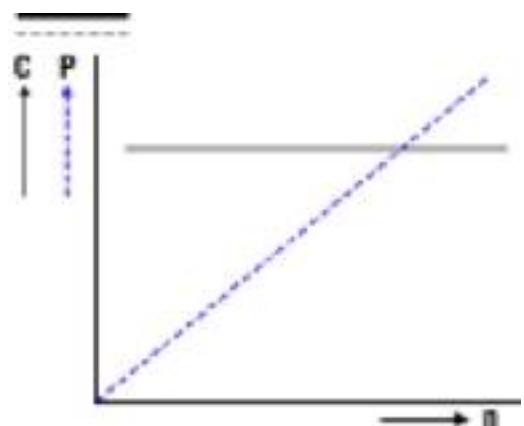


Figura 9.2

C = Conjugado resistente: constante
 P = Potência: proporcional ao número de rotações (n)
 Conjugado variável

Encontram-se casos de conjugado variável nas bombas, nos ventiladores, em que o conjugado varia com o quadrado na velocidade.

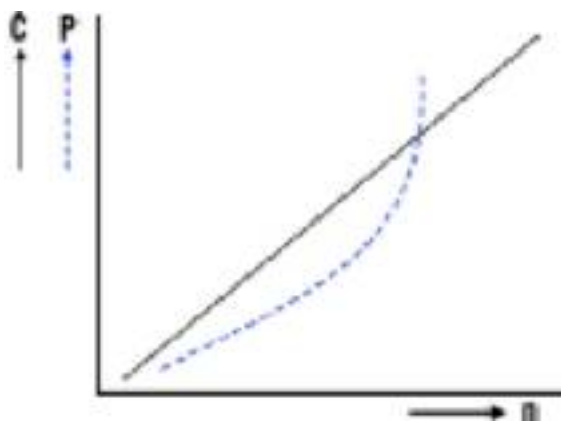


Figura 9.3

C = Conjugado resistente: proporcional ao número de rotações (n)
 P = Potência: proporcional ao número de rotações ao quadrado (n^2)

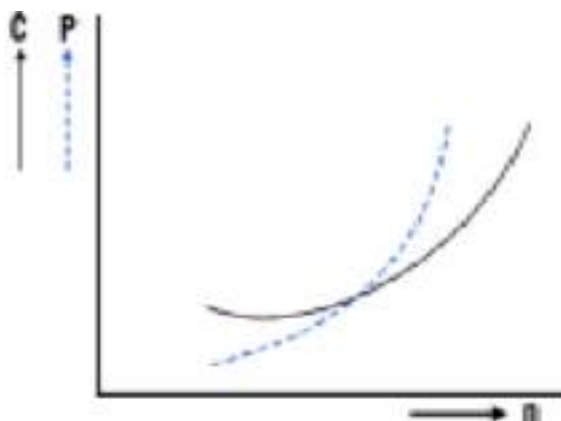


Figura 9.4

C = Conjugado resistente: proporcional ao número de rotações ao quadrado (n^2)
 P = Potência: proporcional ao número de rotações ao cubo (n^3)

Potência constante

As aplicações de potência constante requerem uma potência igual à nominal para qualquer velocidade.

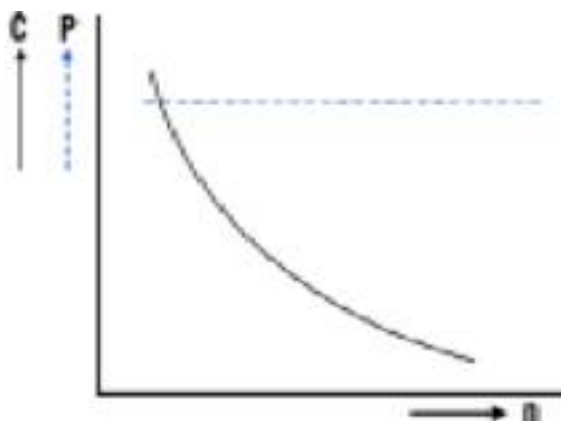


Figura 9.5

C = Conjugado resistente: inversamente proporcional ao número de rotações (n)
 P = Potência constante

Para correta especificação do motor, são necessárias as seguintes informações na consulta:

Características da rede de alimentação

- a) Tensão de alimentação do motor (e dos aquecedores internos, quando necessários)
- b) Frequência nominal em Hz
- c) Método de partida (quando esta informação não for fornecida, será considerado como partida direta)

Características do ambiente

- a) Altitude
- b) Temperatura ambiente
- c) Atmosfera ambiente

Características construtivas

- a) Forma construtiva
- b) Potência em kW, velocidade em rpm
- c) Fator de serviço
- d) Potência térmica
- e) Sentido de rotação (horário ou anti-horário, olhando-se pelo lado do acionamento)

Características da carga

- a) Momento de inércia da máquina acionada e a que rotação está referida
- b) Curva de conjugado resistente
- c) Dados de transmissão
- d) Cargas axiais e seu sentido, quando existentes
- e) Cargas radiais e seu sentido quando existentes
- f) Regime de funcionamento da carga (n^o de partidas/hora).

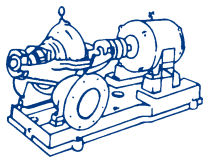
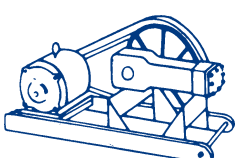
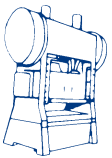
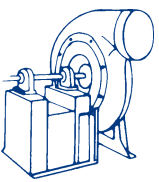
Em resumo, a correta seleção do motor implica que o mesmo satisfaça as exigências requeridas pela aplicação específica.

Sob este aspecto o motor deve, basicamente, ser capaz de:

- Acelerar a carga em tempo suficientemente curto para que o aquecimento não venha a danificar as características físicas dos materiais isolantes;
- Funcionar no regime especificado sem que a temperatura de suas diversas partes ultrapasse a classe do isolante, ou que o ambiente possa vir a provocar a destruição do mesmo;
- Sob o ponto de vista econômico, funcionar com valores de rendimento e fator de potência dentro da faixa ótima para a qual foi projetado.

9.1 Guia de seleção do tipo de motor para diferentes cargas

Tabela 9.2

Tipos de carga	Conjugado requerido		Característica da carga	Tipo de motor usado
	Partida	Máximo		
 Bombas centrífugas, ventiladores, furadeiras, compressores, retificadoras, trituradoras.	Entre 1 e 1,5 vezes o conjugado nominal	Valores máximos entre 220% e 250% do nominal	<ul style="list-style-type: none"> ○ Condições de partidas fáceis, tais como: engrenagens intermediárias, baixa inércia ou uso de acoplamentos especiais, simplificam a partida. ○ Máquinas centrífugas, tais como: bombas onde o conjugado aumenta em função do quadrado da velocidade até um máximo, conseguido na velocidade nominal. ○ Na velocidade nominal pode estar sujeita a pequenas sobrecargas. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conjugado normal ○ Corrente de partida normal ○ Categoria N
 Bombas alternativas, compressores, carregadores, alimentadores, laminadores de barras.	Entre 2 e 3 vezes o conjugado nominal	Não maior que 2 vezes o conjugado nominal	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conjugado de partida alto para vencer a elevada inércia, contra pressão, atrito de parada, rigidez nos processos de materiais ou condições mecânicas similares. ○ Durante a aceleração, o conjugado exigido cai para o valor do conjugado nominal. ○ É desaconselhável sujeitar o motor à sobrecargas, durante a velocidade nominal. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conjugado de partida alto ○ Corrente de partida normal ○ Categoria N
 Pressas punçionadoras, guindastes, pontes rolantes, elevadores de talha, tesouras mecânicas, bombas de óleo para poços.	3 vezes o conjugado nominal	Requer 2 a 3 vezes o conjugado nominal. São consideradas perdas durante os picos de carga.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas intermitentes, as quais requerem conjugado de partida, alto ou baixo. Requerem partidas frequentes, paradas e reversões. ○ Máquinas acionadas, tais como: prensas punçionadoras, que podem usar volantes para suportar os picos de potência. ○ Pequena regulação é conveniente para amenizar os picos de potências e reduzir os esforços mecânicos no equipamento acionado. ○ A alimentação precisa ser protegida dos picos de potências, resultantes das flutuações de carga. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conjugado de partida alto ○ Corrente de partida normal ○ Alto escorregamento ○ Categoria D
 Ventiladores, máquinas-ferramentas,	Algumas vezes precisa-se somente de parte do conjugado nominal; e outros, muitas vezes o conjugado nominal.	1 ou 2 vezes o conjugado nominal em cada velocidade.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Duas, três ou quatro velocidades fixas são suficientes. ○ Não é necessário o ajuste de velocidade. ○ O conjugado de partida pode ser pequeno (ventiladores) ou alto (transportadores). ○ As características de funcionamento em várias velocidades, podem variar entre potência constante, conjugado constante ou características de conjugado variável. ○ Máquinas de cortar metal tem potência constante; cargas de atrito são típicas de conjugado constante; ventiladores são de conjugado variável. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conjugado normal ou alto (velocidades múltiplas)

9.2 Motores de Alto Rendimento WEG

a) Características construtivas:

Os motores de alto rendimento são motores projetados para, fornecendo a mesma potência útil (na ponta do eixo) que outros tipos de motores, consumirem menos energia elétrica da rede.

Construtivamente os motores de alto rendimento possuem as seguintes características:

- Chapas magnéticas de melhor qualidade (aço silício).
- Maior volume de cobre, que reduz a temperatura de operação.
- Enrolamentos especiais, que produzem menos perdas estatóricas.
- Rotores tratados termicamente, reduzindo perdas rotóricas.
- Altos fatores de enchimento das ranhuras, que provêm melhor dissipação do calor gerado.
- Anéis de curto circuito dimensionados para reduzir as perdas Joule.
- Projetos de ranhuras do motor são otimizados para incrementar o rendimento.

A linha Alto Rendimento Plus obedece a padronização da potência/polaridade x carcaça conforme a norma ABNT-NBR 8441. Isto facilita a troca/reposição de motores normalizados pelo Alto Rendimento Plus.

Todas estas características mencionadas acima permitem a esses motores obter um rendimento maior em relação aos motores Standard.

b) Porque usar motores de alto rendimento

A estrutura do consumo de energia elétrica no Brasil apresenta-se da seguinte maneira⁽¹⁾:

Industrial	45,6%(119 Twh)
Residencial	26,5%(69 Twh)
Comercial	13,3%(35 Twh)
Outros	14,6%(38 Twh)
TOTAL	100%(261 Twh)

Analisando a tabela exposta acima, verifica-se que o maior consumo de energia elétrica está na indústria.

Dentro do ramo industrial, os motores elétricos são responsáveis por 51% do consumo total⁽¹⁾, o que justifica o uso de motores de alto rendimento. Preocupado com o iminente colapso no setor energético brasileiro, devido ao constante aumento na demanda de energia elétrica, e os baixos investimentos no setor, o governo criou em 30/12/1985 o Procel, "Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica", que tem como objetivo:

"Racionalizar o uso da energia elétrica e, como decorrência da maior eficiência, propiciar o mesmo produto ou serviço com menor consumo, eliminando desperdícios e assegurando redução global de custos e de investimentos em novas instalações no sistema elétrico".

c) Rendimentos mínimos para qualificação de motores alto rendimento

Inserida neste contexto a Nova NBR 7094: "Máquinas Elétricas Girantes - Motores de Indução - Especificação", define os valores nominais mínimos para motores alto rendimento⁽²⁾ conforme tabela 9.2, que reproduzimos a seguir:

(1) Fonte: SIESE - Eletrobrás (Dez/98)

(2) Nota: item 13.1 da NBR 7094 define que tipos de motores se enquadram na definição de motores alto rendimento: "Para motores de indução, rotor de gaiola, trifásicos, regime tipo S1, uma velocidade, categorias N e H, grau de proteção IP44, IP54 ou IP55, de potência nominal igual ou superior a 0,75kW (1cv) e até 180kW (250cv), 2, 4, 6 e 8 pólos, 60Hz, tensão nominal igual ou inferior a 600V, qualquer forma construtiva ..."

Tabela 9.3 - Menores valores de rendimento nominal a plena carga, para motores de alto rendimento - ementa n° 1 - out/2000

Potência nominal		Velocidade síncrona rpm			
kW	cv	3600	1800	1200	900
		Rendimento nominal			
0,75	1,0	75,5	80,0	77,9	74,0
1,1	1,5	82,5	81,5	82,5	75,5
1,5	2,0	83,2	83,0	82,9	82,5
2,2	3,0	85,0	84,9	84,0	83,8
3,7	5,0	86,5	87,5	86,8	85,2
5,5	7,5	87,5	89,4	88,6	85,5
7,5	10,0	87,5	89,5	89,0	87,5
11,0	15,0	89,5	91,0	90,2	88,5
15,0	20,0	90,2	91,0	90,2	89,5
18,5	25,0	91,0	92,4	91,7	89,5
22,0	30,0	91,0	92,2	91,7	91,0
30,0	40,0	91,7	92,7	93,0	91,0
37,0	50,0	91,8	93,0	93,0	91,7
45,0	60,0	91,7	93,4	93,6	91,7
55,0	75,0	92,4	93,9	93,6	93,0
75,0	100,0	93,1	94,3	94,1	93,0
90,0	125,0	93,0	94,4	94,1	93,6
110,0	150,0	93,0	95,0	94,7	93,6
150,0	200,0	94,7	95,0	95,0	94,1
180,0	250,0	95,0	95,0	95,0	94,5

Os ensaios de determinação e rendimentos devem obedecer o método de ensaio da NBR 5383 denominado "Ensaio dinâmométrico com medição das perdas suplementares e medição direta das perdas no estator (I²R), no rotor (I²R), no núcleo e por atrito e ventilação".

As tolerâncias para os valores de rendimentos apresentados na tabela acima são definidas no capítulo 20 da NBR 7094.

Rendimento	Tolerância
$\eta \geq 0,851$	- 0,2 (1 - η)
$\eta < 0,851$	- 0,15 (1 - η)

Fazendo um paralelo com esta definição da norma, a WEG Motores dispõe de linhas de motores com Alto Rendimento que atendem as especificações desta norma, indo além em alguns itens:

- motores com grau de proteção IP21, IP23 etc
- potência nominal superiores a 180 kW
- frequências: 50 Hz
- motores com relação potência x carcaça igual à linha Standard permitindo intercambiabilidade
- motores para atmosferas explosivas (Ex-n, Ex-d, Ex-e, etc)
- motores com baixa corrente de partida (IP/IN \leq 6).

Em relação ao rendimento a WEG Motores, devido à globalização de seu mercado, atende aos maiores valores exigidos na atualidade, que são os do mercado norte-americano.

A tabela a seguir mostra estes valores, que estão comparados com os rendimentos exigidos pela NBR no gráfico logo a seguir, para motores IV pólos.

Tabela 9.4 - Menores valores de rendimentos para motores de alto rendimento (mercado norte-americano)

Potência nominal cv	Velocidade síncrona rpm			
	3600	1800	1200	900
	Rendimento nominal			
1,0	75,5	82,5	80,0	74,0
1,5	82,5	84,0	85,5	77,0
2,0	84,0	84,0	86,5	82,5
3,0	85,5	87,5	87,5	84,0
5,0	87,5	87,5	87,5	85,5
7,5	88,5	89,5	89,5	85,5
10,0	89,5	89,5	89,5	88,5
15,0	90,2	91,0	90,2	88,5
20,0	90,2	91,0	90,2	89,5
25,0	91,0	92,4	91,7	89,5
30,0	91,00	92,4	91,7	91,0
40,0	91,7	93,0	93,0	91,0
50,0	92,4	93,0	93,0	91,7
60,0	93,0	93,6	93,6	91,7
75,0	93,0	94,1	93,6	93,0
100,0	93,6	94,5	94,1	93,0
125,0	94,5	94,5	94,1	93,6
150,0	94,5	95,0	95,0	93,6
200,0	95,0	95,0	95,0	94,1
250,0	95,4	95,0	95,0	94,5
300,0	95,4	95,4	95,0	--
350,0	95,4	95,4	95,0	--
400,0	95,4	95,4	--	--
450,0	95,4	95,4	--	--
500,0	95,4	95,8	--	--

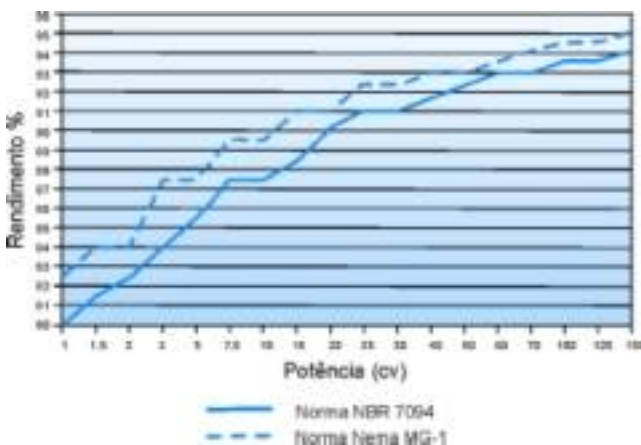


Figura 9.6

A WEG Motores também fornece motores especiais com alto rendimento mediante consulta. O motor alto rendimento tem custo superior ao Standard, porém devido à redução do consumo de energia em função do seu maior rendimento, é possível obter um retorno do investimento inicial rapidamente:

Critérios para cálculo do retorno do investimento:

- 1) Motores funcionando à plena carga, ou seja, fornecendo 100% de sua potência nominal (ponto ótimo de rendimento).
- 2) Motor funcionando em regime contínuo.
- 3) Retorno (anos) =

$$\frac{\Delta C}{0,736 \times cv \times Nh \times C \text{ kWh} \times \left(\frac{100}{\eta\%n} - \frac{100}{\eta\%ARP} \right)}$$

Sendo:
 ΔC = diferença de custo entre motor normal e Alto Rendimento Plus
 cv = potência do motor em cv (cavalo vapor)
 Nh = número de horas de trabalho do motor em um ano
 η%n = rendimento do motor normal
 η%ARP = rendimento do motor Alto Rendimento Plus
 CkWh = custo médio do kWh.

9.3 Aplicação de motores de indução alimentados por inversores de frequência

9.3.1 Introdução

O uso de motores elétricos de indução alimentados por inversores de frequência para acionamentos de velocidade variável tem crescido significativamente nos últimos anos em virtude das vantagens inerentes proporcionadas por esta aplicação, tais como a facilidade de controle, a economia de energia e a redução no preço dos inversores, liderada pelo desenvolvimento de componentes eletrônicos cada vez mais baratos. Tais acionamentos são aplicados principalmente em bombas, ventiladores, centrífugas e bobinadeiras.

As características construtivas de um motor de indução alimentado por uma rede senoidal são determinadas em função das características desta rede, das características da aplicação e das características do meio ambiente. No entanto, quando alimentado por inversor de frequência, também as características próprias do inversor exercem significativa influência sobre o comportamento do motor, determinando-lhe novas características construtivas ou de operação.

Outra influência sobre as características construtivas do motor alimentado por inversor de frequência está relacionada com o tipo de aplicação, mais especificamente com a faixa de velocidade na qual o motor irá trabalhar. Observa-se, portanto, que existem diferenças na maneira de especificar um motor de indução sem variação de velocidade alimentado por uma rede senoidal e um motor com variação de velocidade alimentado por inversor de frequência.

9.3.2 Características dos inversores

As seguintes características devem ser observadas quando for utilizado um inversor de frequência:

○ *Corrente nominal*

O inversor deverá ter sempre a sua corrente nominal igual ou maior que a corrente nominal do motor. Deve-se cuidar porque um mesmo inversor poderá ter várias correntes nominais diferentes em função do tipo de carga e da frequência de chaveamento. Normalmente existem dois tipos de carga: torque constante e torque variável. A carga tipo torque constante é aquela onde o torque permanece constante ao longo de toda a faixa de variação de velocidade, como por exemplo correias transportadoras, extrusoras, bombas de deslocamento positivo, elevação e translação de cargas. A carga tipo torque variável é aquela onde o torque aumenta com o aumento da velocidade, como é o caso de bombas e ventiladores centrífugos. Os inversores especificados para cargas com torque variável não necessitam de uma grande capacidade de sobrecarga (10% a 15% é suficiente) e por isso a sua corrente nominal pode ser maior. Este mesmo inversor, se aplicado em uma carga com torque constante, necessitará de uma capacidade de sobrecarga maior (normalmente 50%) e, portanto, a sua corrente nominal será menor.

ESPECIFICAÇÃO

A frequência de chaveamento também influi na corrente nominal do inversor. Quanto maior a frequência de chaveamento do inversor, mais a corrente se aproxima de uma senóide perfeita e, por isso, o ruído acústico de origem magnética gerado pelo motor é menor. Por outro lado, as perdas no inversor são maiores devido ao aumento na frequência de operação dos transistores (perdas devido ao chaveamento). Normalmente a corrente nominal é especificada para uma temperatura máxima de 40°C e uma altitude máxima de 1000m. Acima destes valores deverá ser aplicado um fator de redução na corrente nominal.

○ *Tensão nominal*

A tensão nominal do inversor é a mesma do motor. A alimentação do conversor é trifásica para potências acima de 5cv. Até 3cv pode-se ter alimentação monofásica ou trifásica. A desvantagem da alimentação monofásica é o desequilíbrio de corrente causado na rede de distribuição (trifásica) e a maior geração de correntes harmônicas na rede. Para alimentação trifásica deve-se cuidar para que o desbalanceamento entre fases não seja maior do que 2%, uma vez que um desbalanceamento maior pode provocar um grande desbalanceamento de corrente na entrada, danificando os diodos de entrada.

○ *Geração de harmônicas*

A norma IEEE STD 519/92 recomenda valores máximos para as harmônicas de corrente geradas por um equipamento. Na maioria dos casos é possível atender à norma desde que se coloque na entrada do inversor uma reatância de rede dimensionada para uma queda de tensão de 4% em relação à tensão fase-neutro, com corrente nominal; e desde que a potência total dos inversores instalados não ultrapasse a 20% da potência total da instalação. Se ultrapassar, haverá necessidade de outras medidas que dependerão de uma análise detalhada da instalação (sistema) elétrica.

○ *Compatibilidade eletromagnética*

Para altas frequências de chaveamento (acima de 9kHz), o inversor atua como “gerador” não intencional. Isto significa que equipamentos sensíveis às altas frequências (por exemplo, controladores de temperatura a termopar,

sensores diversos etc.) podem sofrer perturbação na sua operação devido ao inversor. Deve-se, portanto, verificar no manual do inversor os cuidados a serem tomados na sua instalação, para que se evite problemas de compatibilidade eletromagnética.

○ *Características de controle*

De uma forma geral pode-se dividir a forma de controle do inversor em 2 tipos: escalar e vetorial.

O controle escalar é aquele que impõe no motor uma determinada tensão/frequência, visando manter a relação V/F constante. É também chamado controle a laço aberto. A sua característica principal é que a precisão da velocidade no motor é função do escorregamento, o qual varia em função da carga, já que a frequência no estator é fixa e em baixas rotações, existe também a necessidade do inversor aumentar a relação V/F para compensar o efeito da queda na resistência estatórica, visando manter a capacidade de torque do motor em baixas rotações.

O controle vetorial possibilita atingir um elevado grau de precisão e rapidez no controle tanto do torque quanto da velocidade do motor. O nome vetorial advém do fato que para ser possível este controle, é feita uma decomposição vetorial da corrente do motor nos vetores que representam o torque e o fluxo no motor, de forma a possibilitar a regulação independente do torque e do fluxo. O controle vetorial pode ainda ser dividido em 2 tipos: **normal** e **“sensorless”**. O **controle vetorial normal** necessita ter no motor um sensor de velocidade (por exemplo um encoder incremental). Este tipo de controle permite a maior precisão possível no controle da velocidade e do torque, inclusive com o motor parado. O **controle vetorial “sensorless”** não necessita de sensor de velocidade. A sua precisão é quase tão boa quanto a do controle vetorial normal, com maiores limitações principalmente em baixíssimas rotações e velocidade zero.

9.3.3 Variação da velocidade através do uso de inversores

○ *Sistemas de variação de velocidade*

Existem vários sistemas de variação de velocidade, conforme mostra a figura 9.7.

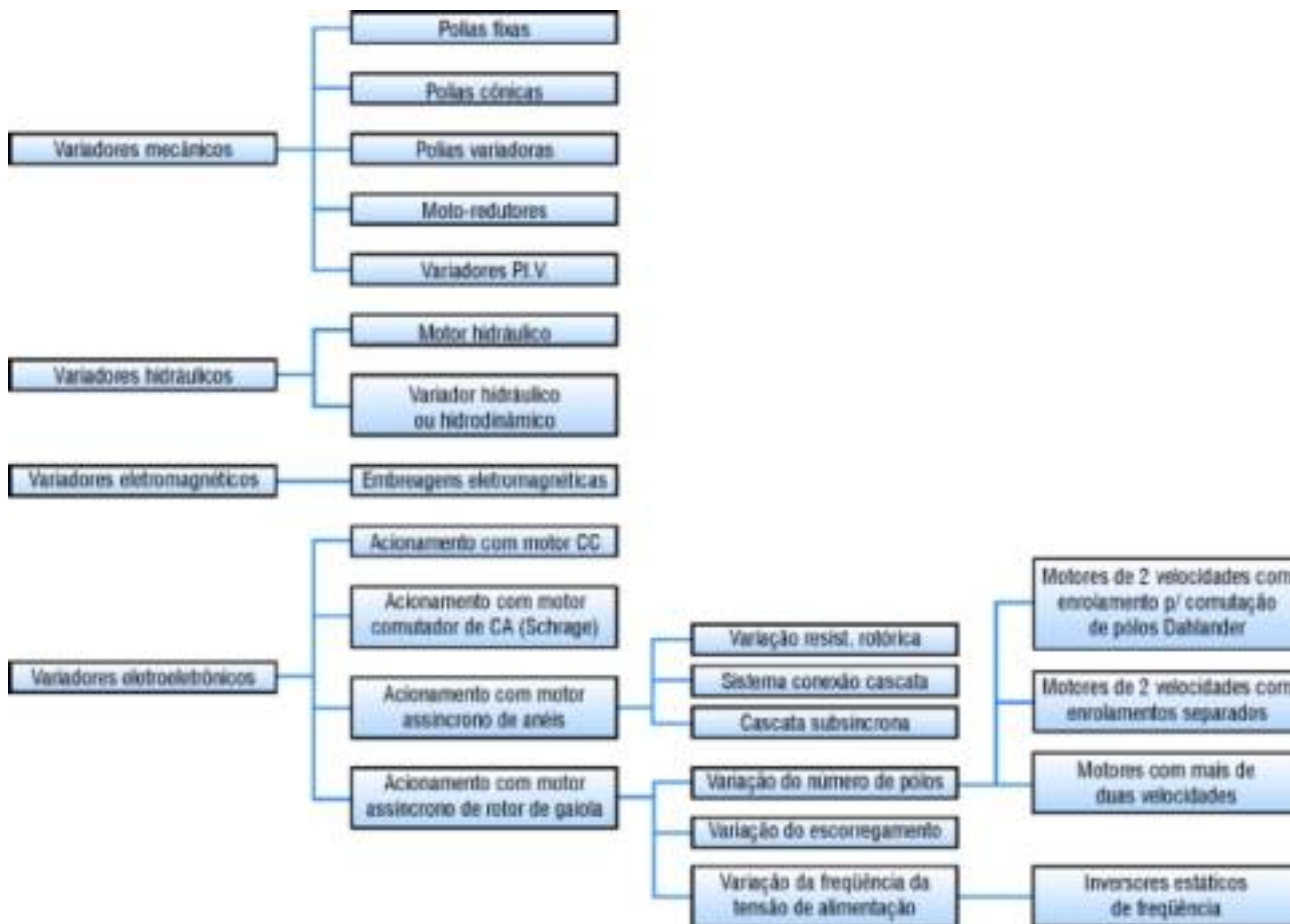


Figura 9.7

○ *Varição da velocidade através dos inversores estáticos de frequência*

A velocidade dos motores de indução é dada pela seguinte equação:

$$n = \frac{120 \cdot f_1 \cdot (1 - s)}{p}$$

- onde: n = rotação [rpm]
 f = frequência da rede [Hz]
 p = número de pólos
 s = escorregamento

Pela equação percebe-se a possibilidade de obtenção de várias velocidades para um mesmo motor através da variação da frequência. O **inversor estático de frequência** atua como uma fonte de frequência variável para o motor, permitindo um ajuste contínuo de velocidade e conjugado. O escorregamento do motor é mantido constante, portanto as perdas podem ser otimizadas de acordo com as condições de carga. Através do equacionamento da máquina assíncrona, sabe-se que, para o conjugado desenvolvido pelo motor assíncrono vale a seguinte equação:

$$C = \Phi_m \cdot I_2$$

e que o fluxo depende da relação V_1 / f_1 . Desprezando-se a queda de tensão na resistência R_1 e na reatância de dispersão X_{d1} do estator, pode-se dizer que:

$$\Phi_m \cong \frac{V_1}{f_1}$$

- onde: Φ_m = fluxo de magnetização [Wb]
 I_2 = corrente do rotor [A]
 V_1 = tensão estatórica [V]
 f_1 = frequência da tensão estatórica [Hz]

Para possibilitar a operação do motor com torque constante para diferentes velocidades, deve-se variar a tensão V_1 proporcionalmente com a variação da frequência f_1 , mantendo desta forma o fluxo constante. A variação V_1 / f_1 é feita linearmente até a frequência base (nominal) do motor. Acima desta, a tensão que já é a nominal permanece constante e há então apenas a variação da frequência que é aplicada ao enrolamento do estator.

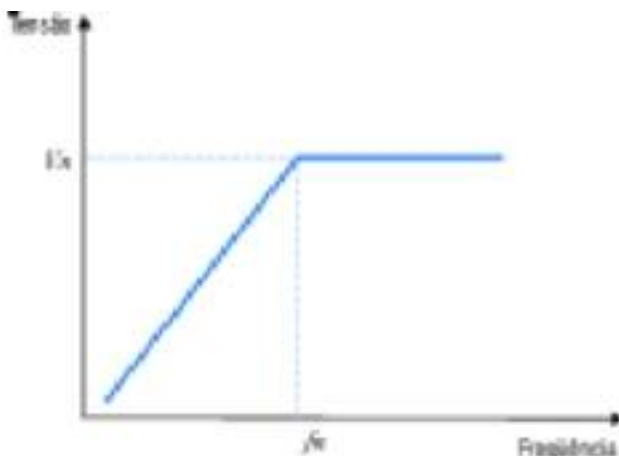


Figura 9.8 - Curva representativa da tensão V em função da frequência f

Com isto determina-se uma área acima da frequência base (nominal) chamada região de enfraquecimento de campo, ou seja, uma região onde o fluxo começa a diminuir e, portanto, o torque também começa a diminuir. Assim, a curva característica torque x velocidade do motor acionado com inversor de frequência pode ser representada conforme figura 9.9:

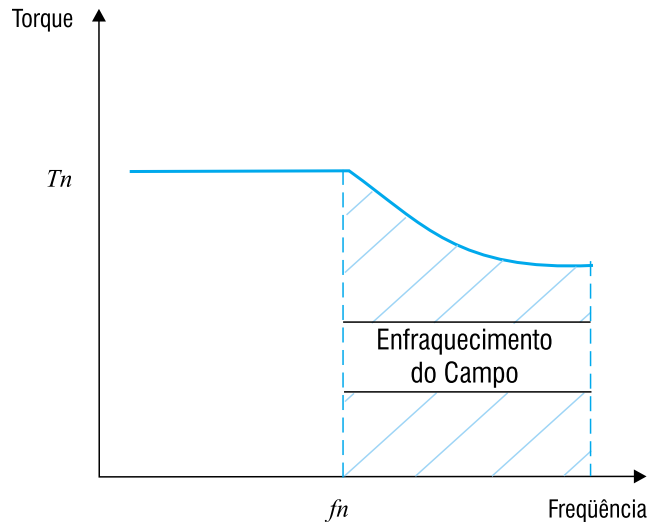
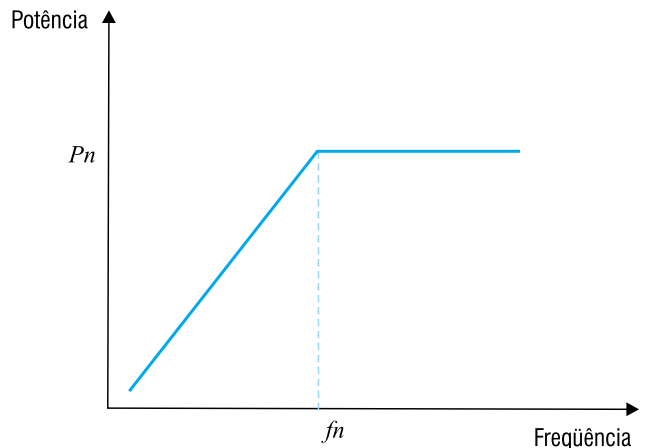


Figura 9.9 - Curva característica torque x velocidade

Pode-se notar então, que o torque permanece constante até a frequência base e, acima desta, começa a decrescer. A potência de saída do inversor de frequência cresce linearmente até a frequência base e permanece constante acima desta, conforme pode ser observado na figura 9.10.

Figura 9.10 - Curva característica da potência de saída do inversor



A figura 9.11, a seguir, mostra o comportamento idealizado do torque em função da velocidade para a máquina assíncrona. Com a variação da frequência obtém-se um deslocamento paralelo da curva característica torque x velocidade em relação à curva característica para frequência base.

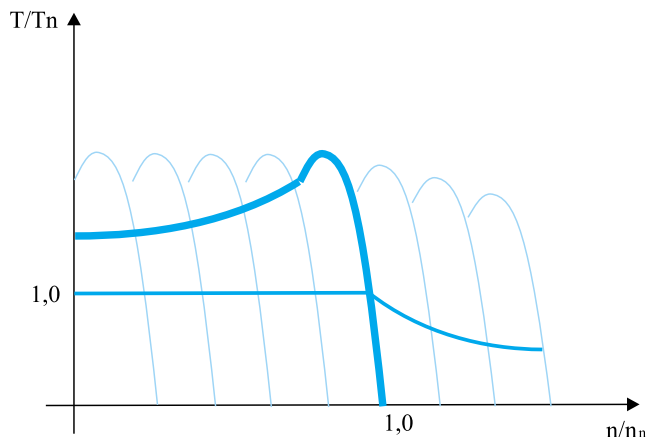


Figura 9.11 - Curva característica torque x velocidade

ESPECIFICAÇÃO

A figura 9.12, mostra a estrutura de um inversor de frequência:

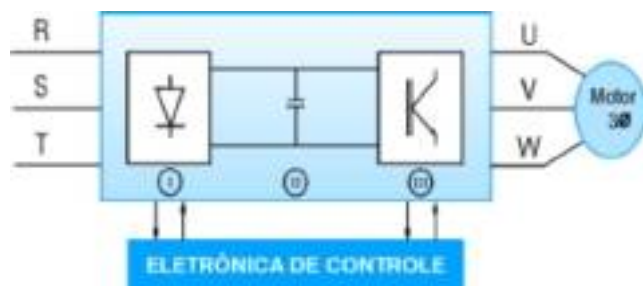


Figura 9.12 - Estrutura de um conversor de frequência

- I - Circuito Retificador (ponte retificadora a diodos)
- II - Circuito Intermediário (filtro capacitivo)
- III - Circuito Inversor (chave eletrônica, neste caso formada por transistores)

O circuito retificador (I) transforma a tensão alternada de entrada (RST) em tensão contínua que é filtrada no circuito intermediário (II). Esta tensão contínua alimenta o circuito inversor (III). Através de tiristores ou transistores, o circuito inversor fornece um sistema de corrente alternada (UVW) de frequência e tensão variáveis. Deste modo, um motor de indução trifásico acoplado pode ser operado com variação de velocidade.

○ Limites de velocidade

A máxima velocidade de operação do motor é limitada por considerações mecânicas, porém não há ressalvas ao limite mínimo de velocidade de operação.

A Norma NEMA MG1 - parte 30 - 1998 nos traz diretrizes a respeito da máxima velocidade segura de operação com acoplamento direto.

Sempre que não se tiver segurança em relação às sobrevelocidades, limites de operação, etc. o fabricante deverá ser consultado, pois a vida dos rolamentos é afetada pelo tempo de operação em velocidades variadas. Para aplicações com controle de velocidade do motor com alta precisão, independente das variações de carga no eixo, deverá ser instalado no motor um sensor de velocidade, que pode ser um taco de pulsos ou encoder.

Observação: A WEG possui Linha Inverter Duty com e sem encoder.

9.3.4 Condições de serviço

○ Condições usuais de serviço

As condições usuais de serviço serão as mesmas descritas no Capítulo 6.

Observação: Não existe limitação em relação ao regime de serviço, uma vez que o uso de motores com inversores de frequência é adequado para diversas cargas e velocidades diferentes. Neste caso, de acordo com a Norma NBR-7094, o regime mais geral é o S9.

○ Condições não usuais de serviço

O fabricante deve ser consultado se existir qualquer condição não usual que possa afetar a construção ou operação do motor. Entre estas condições estão as seguintes:

- a) Atmosferas agressivas ou Áreas Classificadas
- b) Funcionamento em que:
 - 1) há uma excessiva relação V/f na partida;
 - 2) baixos níveis de ruído sejam requeridos;
 - 3) a tensão na rede é desbalanceada em mais do que 1%.
- c) Funcionamento em velocidades acima da máxima velocidade definida por considerações mecânicas.
- d) Funcionamento em salas de pobre ventilação, poços ou em posições inclinadas.
- e) Funcionamento sujeitos a:
 - 1) impactos torcionais provocados pela carga;
 - 2) sobrecargas anormais repetitivas.

9.3.5 Características de desempenho dos motores

As características de desempenho dos motores de indução alimentados por inversores de frequência são influenciadas pelas características de

desempenho dos inversores e pelas condições de operação da carga. Com o objetivo de fazer uma análise mais detalhada do comportamento do motor de indução, podemos considerar separadamente as influências das harmônicas de tensão do inversor e as influências da rotação sobre o motor. As harmônicas de tensão do inversor influenciam o comportamento térmico do motor, o rendimento, os critérios para correção do fator de potência, o ruído sonoro de origem magnética e a geração de corrente pelo eixo do motor enquanto que a variação de rotação influencia o comportamento térmico para motores auto-ventilados, o rendimento e o ruído sonoro emitido pelo ventilador.

Influência das harmônicas de tensão do inversor sobre o motor

○ Sobre a elevação de temperatura

Correntes harmônicas são introduzidas quando as tensões de linha aplicadas a um motor de indução polifásico apresentam componentes de tensão em frequências diferentes da frequência nominal (ou fundamental) da fonte. As perdas por efeito Joule no enrolamento do estator de motores de indução causadas pelas harmônicas de correntes tendem a aumentar a temperatura de estabilização térmica dos motores e reduzir o seu rendimento. Para evitar o superaquecimento do motor, deve-se reduzir o seu torque nominal a fim de manter a temperatura dentro do limite da classe térmica. Outra maneira é sobredimensionar o motor. Evidentemente, o comportamento térmico é diferente para cada tipo de motor e de inversor. Pode-se, no entanto, de acordo com a norma NEMA MG 1-parte 30, seção IV, relacionar a redução no torque do motor, chamada de "derating factor" com o fator de harmônicos de tensão DFH, através do gráfico da figura 9.13.

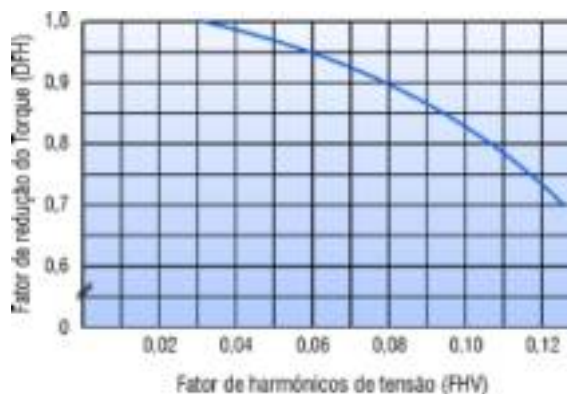


Figura 9.13 - Torque do motor alimentado por inversor de frequência em função do fator de harmônicos de tensão

○ Sobre o rendimento

O rendimento do motor de indução alimentado por inversor de frequência diminui devido ao aumento nas perdas causado pelas correntes harmônicas no enrolamento do motor. Pode-se determinar de forma aproximada o novo rendimento do motor em função do fator de redução do torque através da seguinte equação:

$$\eta_c = \frac{DFH^2}{\frac{1}{\eta} + DFH^2 - 1}$$

Onde: η = é o rendimento do motor alimentado por fonte senoidal sem conteúdo harmônico;

η_c = é o rendimento do motor alimentado por inversor de frequência;

DFH = é o fator de redução do torque em função do conteúdo de harmônicas.

○ Sobre a correção do Fator de Potência

Se for usado banco de capacitores para correção do F.P, o dimensionamento deste banco deverá levar em conta a existência das harmônicas, a característica da carga em função da rotação evitando assim, sobreexcitação do motor, ressonâncias e sobretensões no banco.

○ Sobre o Ruído Sonoro de origem eletromagnética

A experiência tem mostrado que, tipicamente para a frequência nominal, ocorre um aumento de 6 dB(A) no nível de pressão sonora quando o motor

é alimentado por inversor de frequência do tipo tensão imposta ou corrente imposta. Para inversores WEG do tipo PWM com controle escalar, o aumento no ruído (nível de pressão sonora) está entre 2 e 11 dB(A) para as frequências de chaveamento menores ou iguais a 7,2 kHz. Para a frequência de chaveamento de 14,4kHz ou acima, o acréscimo de ruído é menor do que 2dB(A). Para os inversores de frequência WEG do tipo PWM com controle vetorial, o aumento no ruído (nível de pressão sonora) é menor do que 8dB(A) para frequências de chaveamento menores ou iguais a 5 kHz.

Influência da variação da rotação sobre o motor

○ Sobre a elevação da temperatura

Para motores auto-ventilados, a redução na ventilação nas baixas rotações faz com que seja necessária uma diminuição no torque que o motor pode fornecer ou um sobredimensionamento de modo a manter sua temperatura dentro dos limites da classe térmica.

A redução do torque dos motores fechados em função da frequência de operação está representada na figura 9.14.

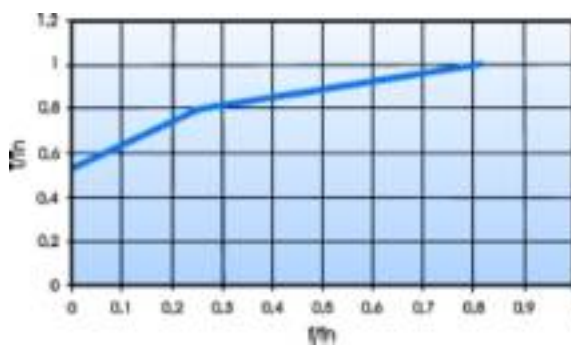


Figura 9.14 - Curva de torque x frequência para motores fechados auto-ventilados com carcaça de ferro fundido

A curva é baseada em uma forma de onda senoidal e fluxo nominal no entreferro. A redução adicional no torque devido às harmônicas de tensão deve ser aplicada em sobreposição à redução da ventilação e está apresentada na figura 9.15.

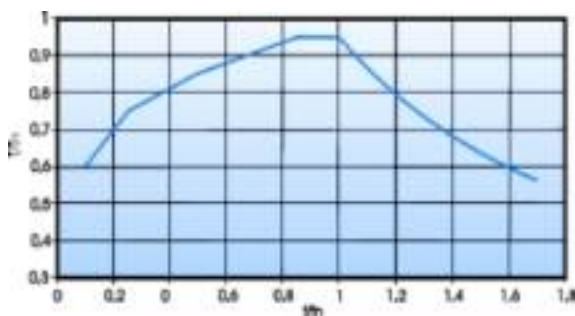


Figura 9.15 - Influência das harmônicas e da rotação conjuntamente sobre o motor

○ Sobre o rendimento

Nas baixas rotações, a potência fornecida pelo motor é baixa e como as perdas variam muito pouco nesta situação, o rendimento é menor, uma vez que as perdas se tornam proporcionalmente maiores em relação à potência fornecida pelo motor.

○ Sobre o ruído sonoro emitido pelo sistema de ventilação

O ruído sonoro emitido pelo sistema de ventilação do motor decresce à medida que a rotação do motor diminui.

Influência das harmônicas e da rotação conjuntamente sobre o motor

Para efeito de dimensionamento do motor operando com inversor de frequência, o fator de redução do torque “derating factor” é determinado através do gráfico da figura 9.15, que leva em consideração as influências da rotação e das harmônicas simultaneamente.

9.3.6 Características do sistema de isolamento

O sistema de isolamento de um motor de indução, quando alimentado por inversor de frequência, fica submetido a uma multiplicidade de fatores adversos que podem levá-lo à ruptura de sua integridade dielétrica, ou seja, podem provocar o rompimento do dielétrico isolante, levando a máquina à falha prematura. A degradação do sistema isolante pode ocorrer devido a causas térmicas, elétricas ou mecânicas, ou por uma combinação de todos estes fatores.

Atualmente, com o uso generalizado de motores acionados por inversores de frequência, o foco do problema tem se voltado sobretudo para a suportabilidade do isolante dos fios, trazendo à tona importantes questões sobre cuidados e melhorias necessárias, visto que estes ficam submetidos a altos picos de tensão, provocados pela rapidez do crescimento dos pulsos gerados pelo inversor (rise time), bem como pela alta frequência com que estes picos são produzidos (frequência de pulsação).

○ Sistema de isolamento

Devido aos efeitos extras originados pela pulsação dos inversores, quando alimentando motores elétricos, o sistema de isolamento convencional, o qual tem sido usado com amplo sucesso em todos os casos de alimentação com fontes senoidais tradicionais (50/60 Hz), pode não atender aos requisitos necessários para este tipo de alimentação, ou seja, os critérios do item 9.3.7 devem ser adotados:

9.3.7 Critérios para operação dos motores WEG de baixa tensão, alimentados por inversores de frequência

A análise de resultados de ensaios laboratoriais e de experiências de campo, permitem definir os seguintes critérios para a proteção do sistema isolante dos motores de indução trifásicos de baixa tensão:

Para motores da linha Standard com tensão nominal \geq a 460V.

Não há a necessidade de se usar filtros se todas as seguintes condições forem obrigatoriamente atendidas:

- 1) Máxima tensão de pico: $V_{\text{pico}} \leq 1430V$
- 2) Rise time do inversor: $t_r \geq 0,1\mu s$ (fornecido pelo fabricante do inversor)
- 3) Mínimo tempo entre pulsos consecutivos: $t_{\text{mtep}} \geq 6\mu s$ (fornecido pelo fabricante do inversor)

Se alguma das condições acima não for satisfeita, deve-se usar filtros.

Para tensões superiores a 460V, respeitados os limites definidos nos itens 2 e 3 acima, deverá ser observado o limite no comprimento dos cabos de alimentação do motor em função da máxima tensão de pico nos terminais do motor.

Exemplo: Para tensão de 575V, o motor está apto a funcionar com inversor de frequência desde que respeitados os limites acima.

OBS.: Respeitados os limites definidos nos itens 2 e 3 acima e de acordo com a experiência prática, a tensão máxima de pico definida no item 1 não será ultrapassada para qualquer comprimento do cabo de alimentação do motor para tensões nominais de até 460V inclusive.

Para tensões até 460V inclusive, estas recomendações atendem à norma NEMA MG1 - parte 31.

Recomenda-se que a máxima frequência de chaveamento seja 5kHz. Frequências de chaveamento acima de 5kHz podem facilitar a degradação do sistema isolante e ainda ser prejudiciais aos rolamentos, muito embora reduzam o ruído sonoro de origem magnética emitido pelos motores.

Para motores da linha Inverter Duty com tensão nominal \leq a 460V até 690V.

Não há necessidade de se usar filtros nas seguintes condições:

- 1) Máxima tensão de pico: $V_{\text{pico}} \leq 2140V$
- 2) Rise time do inversor: $t_r \geq 0,1\mu s$ (fornecido pelo fabricante do inversor)
- 3) Mínimo tempo entre pulsos consecutivos: $t_{\text{mtep}} \geq 6\mu s$ (fornecido pelo fabricante do inversor)

Não há limitação no comprimento dos cabos de alimentação do motor. Estes critérios estão de acordo com a norma NEMA MG1 - parte 31.

Para outras condições, favor consultar o fabricante.

10. Ensaaios

A finalidade deste capítulo é definir os ensaios que podem ser realizados por solicitação de clientes, com ou sem presença de inspetor. São agrupados em ENSAIOS DE ROTINA, TIPO e ESPECIAL, conforme definidos pela norma NBR-7094. Para a realização destes ensaios, deve ser seguida a NBR-5383, que define os procedimentos a serem seguidos para a execução dos ensaios. A seguir são listados os ensaios de rotina, tipo e especial. Outros ensaios não citados, podem ser realizados pelo fabricante, desde que exista um acordo entre as partes interessadas.

Tabela 10.1

Item Nº	Relação de ensaios Ensaio (de / para)	Classificação do ensaio			Observações
		Rotina	Tipo	Especial	
1	Medição da resistência de isolamento	X	X		
2	Medição da resistência elétrica do enrolamento (do estator e do rotor para motores de anéis, a frio)	X	X		
3	Dielétrico	X	X		
4	Em vazio (sob tensão nominal) para determinação de: 4.1 Potência de entrada 4.2 Corrente	X	X		Permite a determinação da soma das perdas no núcleo e das perdas por atrito e ventilação
5	Com rotor bloqueado, para determinação de: 5.1 Corrente 5.2 Conjugado 5.3 Potência absorvida	X	X		Não aplicável a motores com rotor bobinado
6	Medição de tensão secundária	X	X		Aplicável somente a motores com rotor bobinado
7	Partida com levantamento das curvas características conjugado x velocidade e corrente x velocidade, para determinação de: 7.1 Conjugado de partida, incluindo os valores dos conjugados mínimo e máximo 7.2 Corrente de partida			X	Não aplicável a motores com rotor bobinado, exceto para conjugado máximo
8	Temperatura		X		
9	Determinação do rendimento a 100%, 75% e 50% da potência nominal		X		
10	Determinação das perdas a 100%, 75% e 50% da potência nominal		X		
11	Determinação do fator de potência a 100%, 75% e 50% da potência nominal		X		
12	Determinação do escorregamento a 100%, 75% e 50% da potência nominal		X		
13	Determinação do conjugado máximo		X		
14	Sobrevelocidade			X	
15	Nível de ruído (potência sonora em vazio)			X	Ver NBR 7565
16	Tensão no eixo e medição da resistência de isolamento do mancal			X	Geralmente feito em motores com potência nominal $\geq 350\text{kW}$ (500cv)
17	Vibração (valor eficaz máximo de vibração em milímetros por segundo)			X	
18	Medição da tangente do ângulo de perdas			X	Para motores com tensão nominal $\geq 5\text{kV}$ e $\leq 24\text{kV}$ e com potência nominal $\geq 5\text{MW}$. Ver NBR 5117

Os ensaios classificados como de Tipo, são aqueles realizados em um ou mais motores fabricados, conforme um certo projeto para comprovar que este projeto satisfaz às determinadas especificações.

Os ensaios classificados como Especiais, são aqueles não considerados como ensaios de Rotina ou de Tipo na tabela, devendo ser realizados mediante acordo prévio entre fabricante e comprador.

NOTA: Ensaio em que há solicitação de curvas características são considerados ensaios Especiais (ver itens 4, 5, 7 e 9 da tabela).

10.1 Motores alimentados por inversores de frequência

○ Método de Ensaio

O método de ensaio definido para motores alimentados por inversores de frequência deverá estar de acordo com a norma IEEE STD 112 (Procedimento de Teste para Geradores e Motores de Indução Trifásicos).

○ Instrumentos de Medição

Quando um motor é alimentado pela tensão comercial da rede (50/60Hz), os instrumentos de medição utilizados são geralmente voltímetros e amperímetros do tipo ferro móvel e wattímetros do tipo eletrodinâmico. Porém, quando o motor é alimentado por um inversor de frequência, a instrumentação utilizada deve ser especial, devido às componentes harmônicas produzidas pelo sistema de controle do inversor (geralmente PWM). Portanto, para medições de grandezas elétricas de motores alimentados por inversores de frequência, deverão ser utilizados instrumentos apropriados.

11. Anexos

11.1 Sistema Internacional de Unidades - SI

GRANDEZAS	NOMES	UNIDADES
Aceleração	metro por segundo ao quadrado	m/s ²
Aceleração angular	radiano por segundo ao quadrado	rad/s ²
Atividade	um por segundo	s ⁻¹
Ângulo plano	radiano	rad
Ângulo sólido	esterorradiano	sr
Área	metro quadrado	m ²
Calor de massa	Joule por quilograma e por Kelvin	J/kgK
Quantidade de luz	lúmen-segundo	lms
Quantidade de eletricidade	Coulomb	C
Capacitância	Farad	F
Vazão	metro cúbico por segundo	m ³ /s
Condutância	Siemens	S
Condutividade térmica	Watt por metro e por Kelvin	W/mK
Condutividade	Siemens por metro	S/m
Convergência	dioptria	di
Densidade de fluxo de energia	Watt por metro quadrado	W/m ²
Dose absorvida	Joule por quilograma	J/kg
Eficiência luminosa	lúmen por Watt	lm/W
Emitância luminosa	lúmen por metro quadrado	lm/m ²
Energia	Joule	J
Entropia	Joule por Kelvin	J/K
Excitação luminosa	lux-segundo	lx
Exposição	Coulomb por quilograma	C/kg
Fluxo (de massa)	quilograma por segundo	Kg/s
Fluxo luminoso	lúmen	lm
Fluxo magnético	Weber	Wb
Frequência	Hertz	Hz
Força	Newton	N
Gradiente de temperatura	Kelvin por metro	K/m
Impulsão	Newton-segundo	Ns
Indução magnética	Tesla	T
Indutância	Henry	H
Intensidade de campo elétrico	Volt por metro	V/m
Intensidade de campo magnético	Ampère por metro	A/m
Intensidade luminosa	candela	cd
Intensidade energética	Watt por esterorradiano	W/sr
Intensidade de corrente	Ampère	A
Intervalo de frequências	oitava	
Comprimento	metro	m
Luminância energética	Watt por esterorradiano-metro quadrado	W/sr m ²
Luminância	candela por metro quadrado	cd/m ²
Iluminamento	lux	lx
Massa	quilograma	Kg
Massa específica	quilograma por metro cúbico	Kg/m ³
Momento de força	Newton-metro	Nm
Momento cinético	quilograma-metro quadrado-segundo	Kgm ² /s
Momento de inércia	quilograma-metro quadrado	Kgm ²
Nível de potência	Bel	B
Número de ondas	um por metro	m ⁻¹
Potência	Watt	W
Pressão	Newton por metro quadrado	N/m ²

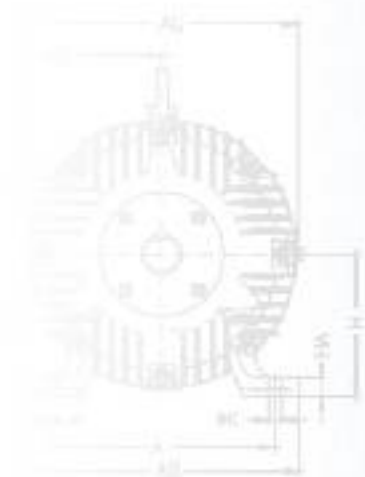
GRANDEZAS	NOMES	UNIDADES
Relutância	Ampère por Weber	A/Wb
Resistência elétrica	Ohm	W
Resistividade de massa	Ohm-quilograma por metro quadrado	W kg/m ²
Resistividade	Ohm-metro	W m
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K
Tensão elétrica	Volt	V
Tensão superficial	Newton por metro	N/m
Tempo	segundo	s
Velocidade angular	radiano por segundo	rad/s
Velocidade	metro por segundo	m/s
Viscosidade dinâmica	Newton-segundo por metro quadrado	Ns/m ²
Viscosidade cinemática	metro quadrado por segundo	m ² /s
Volume	metro cúbico	m ³

11.2 Conversão de unidades

De	multiplicar por	para obter
A		
Acre	4047	m ²
Acre	0,001563	milhas ²
Acre	43560	pés ²
Atmosfera física	76	cm.Hg
Atmosfera técnica	1	kgf/cm ²
Atmosfera física	1,033	kgf/cm ²
Atmosfera física	10332	kgf/m ²
Atmosfera física	14,70	Libra-força/pol. ²
B		
BTU	3,94.10 ⁻⁴	HP.h
BTU	2.928.10 ⁻⁴	kW.h
BTU/h	107,5	kgm/s
BTU/h	0,2931	W
BTU/h ² . (—) Pie	0,0173	W/cm ² . (—) cm
BTU/h ² . (—) Pé	0,0833	BTU/h.pé ² . (—) Pie
BTU/h.Pé ² . °F	5,68.10 ⁻⁴	W/cm ² . °C
BTU/h.Pé ² . °F	3,94.10 ⁻⁴	HP/pé ² . °F
BTU/min	0,01758	kW
BTU/min	17,58	W
BTU/seg	2,93.10 ⁻⁴	kW
BTU/s	3,93.10 ⁻⁴	HP
BTU/s	3,94.10 ⁻⁴	cv
C		
Caloria (grama)	3,9683.10 ⁻³	BTU
Caloria (grama)	1,5596.10 ⁻⁶	HP.h
Caloria (grama)	1,1630.10 ⁻⁶	kW.h
Caloria (grama)	3600/860	Joule
Cal/s.cm ² . (—) cm	4,19	W/cm ² . (—) cm
Cal/kg.cm ² . °C	7380	BTU/h.pé ² . °F
Cal/kg.cm ² . °C	4,19	W/cm ² . °C
Cal/kg.cm ² . °C	2,91	HP/pé ² . °F
Cavalo-vapor (cv)	0,9863	HP
cv	632	kcal
cv	542,5	Lb.pé/s
cv	75	kg.m/s
cv	735,5	W
cm	0,3937	polegada
cm ³	1,308.10 ⁻⁶	jarda ³
cm ³	3,531.10 ⁻⁶	pé ³
cm ³	0,06102	Pol. ³

De	multiplicar por	para obter
cm	0,01316	atmosfera física
cm de Hg	136	kg/m ²
cm ²	1,076.10 ⁻³	pé ²
cm ²	0,1550	pol. ²
cm/s	1,1969	pé/min
cm/s	0,036	km/h
D		
Dina	1,020.10 ⁻⁶	grama
Dina	2,248.10 ⁻⁶	Libra
E		
Erg	9,480.10 ⁻¹¹	BTU
Erg	1,020.10 ⁻³	g.cm
Erg	3,7250.10 ⁻¹⁴	HPH
Erg	10 ⁻⁷	J
Erg	0,2778.10 ¹³	kW.h
Erg	7,367.10 ⁻⁸	Libra-força.pé
Erg	2,389.10 ⁻¹¹	kcal
Erg	1,020.10 ⁻⁸	kgm
Erg/s	1,341.10 ⁻¹⁰	HP
Erg/s	1,433.10 ⁻⁹	kcal/min.
Erg/s	10 ⁻¹⁰	kW
Erg/s	4,427.10 ⁻⁶	Libra-força-pé/min.
Erg	1,020.10 ⁻⁸	kgm
Erg/s	1,341.10 ⁻¹⁰	HP
Erg/s	1,433.10 ⁻⁹	kcal/min.
Erg/s	10 ⁻¹⁰	kW
Erg/s	4,427.10 ⁻⁶	Libra-força-pé/min.
Erg/s	7,3756.10 ⁻⁸	Libra-força-pé/s
G		
Grau Celsius	$(\text{°C} \frac{9}{5}) + 32$	F
Grau Celsius	$(\text{°C}) + 273,15$	K
Grau Fahrenheit	$(F - 32) \frac{5}{9}$	°C
Grau (trigonométrico)	0,01745	radiano
Grama	9,804.10 ⁻⁵	j/cm
Grama	0,205.10 ⁻³	Libra
Grama/cm	5,600.10 ⁻³	Libra/pol
Grama/cm ³	0,03613	Libra/pol ³
H		
Hectare	2,471	acre
HP	42,44	BTU/min
HP	1,014	cv
HP (caldeira)	33479	BTU/h
HP	10,68	kcal/min
HP	76,04	kg.m/s
HP	0,7457	kW
HP	33000	libra-força.pé/min.
HP	550	Libra-força.pé/s
HPH	2,684.10 ⁶	J
HPH	0,7457	kW.h
HPH	1,98.10 ⁶	Libra-força.pé
HPH	2,737.10 ⁵	kgm
J		
Jarda ³	0,7646	m ³
Joule	9,480.10 ⁻⁴	BTU
Joule	0,7376	Libra-força.pé
Joule	2,389.10 ⁻⁴	kcal
Joule	22,48	Libra
Joule	1	W
K		
$\frac{\text{°C}}{\text{m}}$	0,671	$\frac{\text{°F}}{\text{Pie}}$

De	multiplicar por	para obter
$\frac{\text{°C}}{\text{m}}$	8,05	$\frac{\text{°F}}{\text{pol}}$
$\frac{\text{°C}}{\text{m}}$	2,77.10 ⁻³	$\frac{\text{°C}}{\text{cm}}$
$\frac{\text{°C}}{\text{m}}$	0,0116	$\frac{\text{°C}}{\text{cm}}$
$\frac{\text{°C}}{\text{m}}$	0,205	$\frac{\text{°F}}{\text{cm}}$
kcal/h.m ²	2,78.10 ⁻⁵	BTU/h.pé ²
kcal/h.m ²	1,16.10 ⁻⁴	Cal/s.cm ²
kcal/h.m ²	8,07.10 ⁻⁵	W/cm ²
kg	2,205	HP/pé
kgf/cm ²	2048	Libra
kgf/cm ²	14,22	Libra-força/pé ²
kgf/cm ³	0,06243	Libra-força/pol ²
kgf/cm ³	3,613.10 ⁻⁵	Libra/pé ³
km	1094	Libra/pol ³
km	3281	Jarda
km	0,6214	pé
km ²	0,3861	Milha
km ²	10,76.10 ⁻⁶	Milha ²
km/h	27,78	pé ²
km/h	0,6214	cm/s
km/h	0,5396	Milha/h
km/h	0,9113	nó
kgf	9,807	pé/s
kW	56,92	J/m (N)
kW	1,341	BTU/min
kW	14,34	HP
kW/h	3413	kcal/min
kW/h	859850	BTU
kW/h	1,341	Cal
kW/h	3,6.10 ⁶	HPh
kW/h	2,655.10 ⁶	J
kW/h	3,671.10 ⁹	Libra pé
kW/h		kgm
L		
Libra-força.pé/s	0,1945	kcal/min
Libra-força.pé/s	1,356.10 ⁻³	kW
Libra-força.pé ³	0,01602	g/cm ³
Libra-força.pé ³	16,02	kg/m ³
Libra-força.pol	17,86	kg/m
Libra-força.pol ²	0,06804	atmosfera
Libra-força.pol ²	0,07301	kg/cm ²
Libra-força.pol ³	1728	atmósfera
Libra-força.pé/min	3,24.10 ⁻⁴	kg/cm ²
Libra-força.pé/min	2,260.10 ⁻⁵	Libra-força.pol ³
Libra-força.pé/s	0,07717	kcal/min
Libra-força	16	kW
Litro	0,2642	BTU/min
Litro/min	5,886.10 ⁻⁴	onça
Libra-força/pé	3,24.10 ⁻⁴	galão
Libra-força/pé	1,488	pé ³ /s
Libra-força/pé	3,766.10 ⁻⁷	kcal
Libra-força/pé	0,1383	kg/m
Libra-força/pé ²	4,725.10 ⁻⁴	kW.h
Libra-força/pé ²	0,0421	kgfm
Libra-polegada quadrada (sq.in.lb)	2,93 x 10 ⁻⁴	atmosfera física
		kg/m ²
		Quilograma-metro quadrado (kgm ²)
M		
m	1,094	Jarda
m	5,396.10 ⁻⁴	milha marítima
m	6,214.10 ⁻⁴	milha terrestre
m	39,37	pol.
m ³	35,31	pé ³
m ³	61023	pol. ³
m	1,667	cm/s
m/min	0,03238	nó
m/min	0,05408	pés/s
m ²	10,76	pé ²



Instalação

12. Introdução

Máquinas elétricas devem ser instaladas em locais de fácil acesso para inspeção e manutenção.

Se a atmosfera ambiente for úmida, corrosiva ou contiver substâncias ou partículas deflagráveis é importante assegurar o correto grau de proteção. A instalação de motores onde existam vapores, gases ou poeiras inflamáveis ou combustíveis, oferecendo possibilidade de fogo ou explosão deve ser feita de acordo com as Normas IEC 60079-14, NBR 5418, VDE 165, NFPA - Art. 500, UL-674.

Em nenhuma circunstância os motores poderão ser cobertos por caixas ou outras coberturas que possam impedir ou diminuir o sistema de ventilação e/ou a livre circulação do ar durante seu funcionamento.

A distância recomendada entre a entrada de ar do motor (para motores com ventilação externa) e a parede, deve ficar em torno de 1/4 do diâmetro da abertura da entrada de ar.

O ambiente, no local de instalação, deverá ter condições de renovação do ar da ordem de 20m³ por minuto para cada 100 kW de potência da máquina, considerando temperatura ambiente de até 40°C e altitude de até 1000 m.

13. Aspectos mecânicos

13.1 Fundações

A fundação onde será colocado o motor deverá ser plana e isenta de vibrações. Recomenda-se, portanto, uma fundação de concreto para motores acima de 100 cv. O tipo de fundação dependerá da natureza do solo no local da montagem, ou da resistência dos pisos em edifícios.

No dimensionamento da fundação do motor, deverá ser considerado o fato de que o motor pode, ocasionalmente, ser submetido a um torque maior que o torque nominal. Baseado na figura 13.1, os esforços sobre a fundação podem ser calculados pelas equações:

$$F1 = 0.5 \cdot g \cdot G - (4 \cdot C_{\max} / A)$$

$$F2 = 0.5 \cdot g \cdot G + (4 \cdot C_{\max} / A)$$

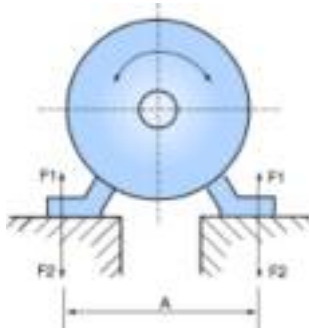


Figura 13.1 - Esforços sobre a base

Onde :

F1 e F2 - Esforços de um lado

g - Aceleração da gravidade (9.8 m/s²)

G - Peso do motor (Kg)

C_{máx} - Torque máximo (Nm)

A - Obtido do desenho dimensional do motor (m)

Chumbadores ou bases metálicas devem ser usadas para fixar o motor na fundação.

13.2 Tipos de bases

a) Bases deslizantes

Em acionamento por polias, o motor deve estar montado sobre bases deslizantes (trilhos), de modo a garantir que as tensões sobre as correias sejam apenas o suficiente para evitar o deslizamento durante o funcionamento e também para não permitir que trabalhem enviesadas, o que provocaria danos aos encostos do mancal.

O trilho mais próximo da polia motora é colocado de forma que o parafuso de posicionamento fique entre o motor e a máquina acionada.

O outro trilho deve ser colocado com o parafuso na posição oposta como mostra a figura 13.2.

O motor é aparafusado nos trilhos e posicionado na fundação. A polia motora é então alinhada de forma que seu centro esteja no mesmo plano da polia a ser movida e, os eixos do motor e da máquina estejam paralelos. A correia não deve ser demasiadamente esticada, (ver figura 13.10). Após o alinhamento, os trilhos são fixados, conforme mostrados abaixo:

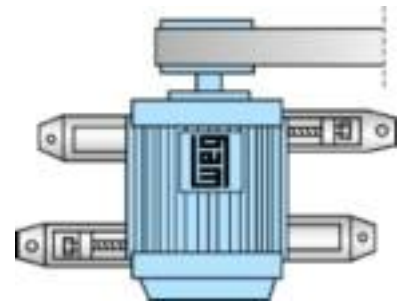


Figura 13.2 - Posicionamento dos trilhos para alinhamento do motor

b) Chumbadores

Dispositivos para a fixação de motores diretamente na fundação quando os mesmos requerem acoplamento elástico. Este tipo de acoplamento é caracterizado pela ausência de esforços sobre os rolamentos e de custos reduzidos.

Os chumbadores não devem ser pintados nem estar enferrujados pois isto seria prejudicial à aderência do concreto e provocaria o afrouxamento dos mesmos.

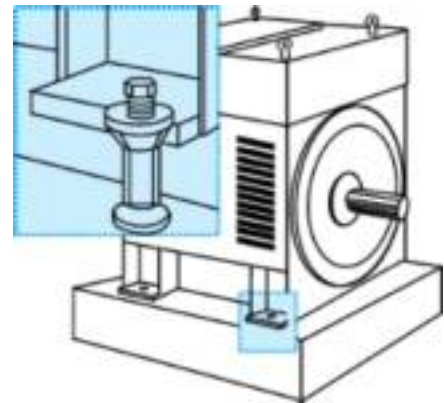


Figura 13.3 - Motor montado em base de concreto com chumbadores

c) Base metálica

Conjuntos motogeradores são montados e testados na fábrica antes do envio. Contudo, antes de entrar em serviço no local definitivo, o alinhamento dos acoplamentos deve ser cuidadosamente verificado, pois a configuração da base pode ter se alterado durante o transporte em decorrência de tensões internas do material.

A base pode se deformar ao ser rigidamente fixada a uma fundação não adequadamente plana.

As máquinas não devem ser removidas da base comum para alinhamento; a base deve ser nivelada na própria fundação, usando níveis de bolha (ou outros instrumentos niveladores).

Quando uma base metálica é utilizada para ajustar a altura da ponta do eixo do motor com a ponta de eixo da máquina, esta deve ser nivelada na base de concreto. Após a base ter sido nivelada, os chumbadores apertados e os acoplamentos verificados, a base metálica e os chumbadores são concretados.

13.3 Alinhamento

A máquina elétrica deve estar perfeitamente alinhada com a máquina acionada, especialmente nos casos de acoplamento direto.

Um alinhamento incorreto pode causar defeito nos rolamentos, vibração e mesmo, ruptura do eixo.

A melhor forma de se conseguir um alinhamento correto é usar relógios comparadores, colocados um em cada semi-luva, um apontando radialmente e outro axialmente. Assim é possível verificar simultaneamente o desvio de paralelismo (figura 13.4) e o desvio de concentricidade (figura 13.5), ao dar-se uma volta completa nos eixos. Os mostradores não devem ultrapassar a leitura de 0,03mm.

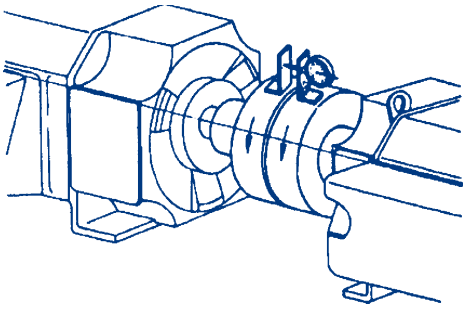


Figura 13.4 - Desvio de paralelismo

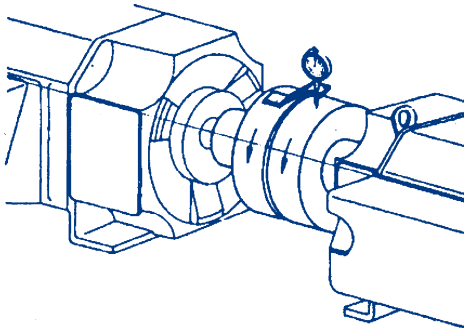


Figura 13.5 - Desvio de concentricidade

13.4 Acoplamento

a) Acoplamento direto

Deve-se sempre preferir o acoplamento direto, devido ao menor custo, reduzido espaço ocupado, ausência de deslizamento (correias) e maior segurança contra acidentes.

No caso de transmissão com redução de velocidade, é usual também o acoplamento direto através de redutores.

CUIDADOS: Alinhar cuidadosamente as pontas de eixos, usando acoplamento flexível, sempre que possível, deixando folga mínima de 3mm entre os acoplamentos (GAP).

b) Acoplamento por engrenagens

Acoplamento por engrenagens mal alinhadas dão origem a solavancos que provocam vibrações na própria transmissão e no motor.

É imprescindível, portanto, que os eixos fiquem em alinhamento perfeito, rigorosamente paralelos no caso de engrenagens retas e, em ângulo certo em caso de engrenagens cônicas ou helicoidais.

O engrenamento perfeito poderá ser controlado com inserção de uma tira de papel, na qual apareça após uma volta, o decalque de todos os dentes.

c) Acoplamento por meio de polias e correias

Quando uma relação de velocidade é necessária, a transmissão por correia é a mais frequentemente usada.

Montagem de polias: para a montagem de polias em pontas de eixo com rasgo de chaveta e furo roscado na ponta, a polia deve ser encaixada até na metade do rasgo da chaveta apenas com esforço manual do montador. Para eixos sem furo roscado, recomenda-se aquecer a polia cerca de 80°C ou o uso de dispositivos como mostrado na figura 13.6.

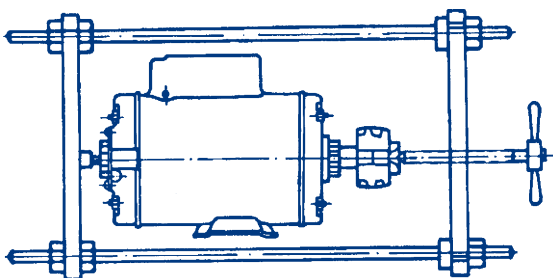


Figura 13.6 - Dispositivo para montagem de polias

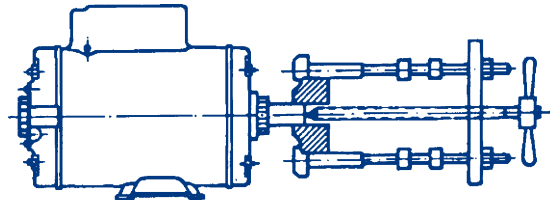
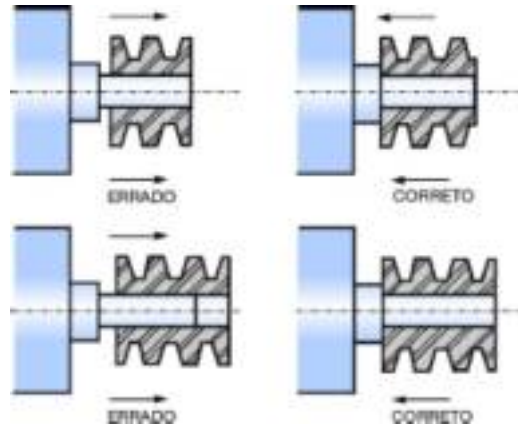


Figura 13.7 - Dispositivo para a remoção de polias

Deve ser evitado o uso de martelos na montagem de polias e rolamentos para evitar marcas nas pistas dos rolamentos. Estas marcas, inicialmente são pequenas, crescem durante o funcionamento e podem evoluir até danificar totalmente. O posicionamento correto da polia é mostrado na figura 13.8.

Figura 13.8 - Posicionamento correto da polia no eixo



FUNCIONAMENTO: Deve-se evitar esforços radiais desnecessários nos mancais, situando os eixos paralelos entre si e as polias perfeitamente alinhadas (figura 13.9).

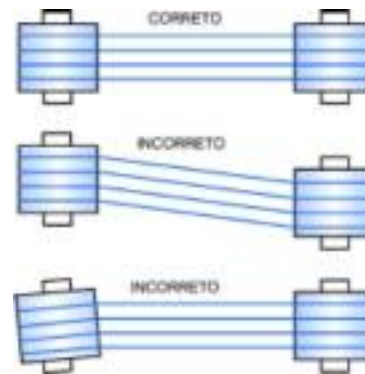


Figura 13.9 - Correto alinhamento das polias

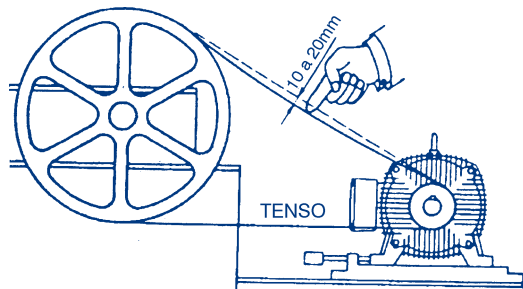


Figura 13.10 - Tensões na correia

ATENÇÃO: Testar com o motor desligado.

Correias que trabalham lateralmente enviesadas, transmitem batidas de sentido alternante ao rotor, e poderão danificar os encostos do mancal.

O escorregamento da correia poderá ser evitado com aplicação de um material resinoso, como o breu, por exemplo.

A tensão na correia deverá ser apenas suficiente para evitar o escorregamento no funcionamento.

Deve ser evitado o uso de polias demasiadamente pequenas porque estas provocam flexões no eixo do motor, devido ao fato de que a tração na correia aumenta a medida que diminui o diâmetro da polia. As tabelas 13.1a, 13.1b e 13.1c, determinam o diâmetro mínimo das polias, e as tabelas 13.2a, 13.2b e 13.2c fazem referência aos esforços máximos admitidos sobre os mancais dos motores até a carcaça 355.

Tabela 13.1a - Diâmetro primitivo mínimo de polias

ROLAMENTO DE ESFERAS		MEDIDA X (mm)					
Carcaça	Rolamentos	20	40	60	80	100	120
		63	6201-ZZ	40	—	—	—
71	6203-ZZ	40	40	—	—	—	—
80	6204-ZZ	40	40	—	—	—	—
90	6205-ZZ	63	71	80	—	—	—
100	6206-ZZ	71	80	90	—	—	—
112	6307-ZZ	71	80	90	—	—	—
132	6308-ZZ	—	100	112	125	—	—
160	6309	—	140	160	180	200	—
180	6311	—	—	160	180	200	224
200	6312	—	—	200	224	250	280

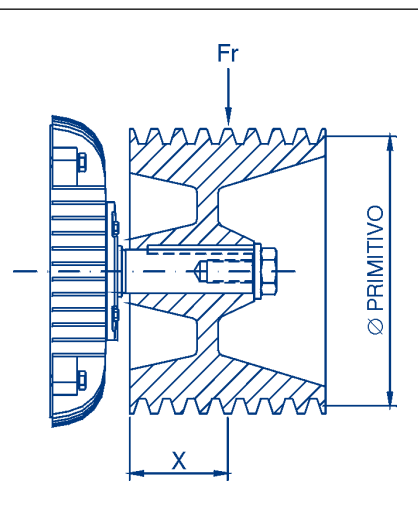


Tabela 13.1b

Carcaça	Pólos	ROLAMENTO DE ESFERAS				
		Rolamentos	MEDIDA (mm)			
			50	80	110	140
225	II	6314	190	200	212	224
	IV-VI-VIII	6314	250	265	280	300
250	II	6314	224	233	250	265
	IV-VI-VIII	6314	375	400	425	450
280	II	6314	300	315	335	355
	IV-VI-VIII	6316	500	530	560	600
315	II	6314	—	—	—	—
	IV-VI-VIII	6319	—	—	—	—
355	II	6314	310	300	290	285
	IV-VI-VIII	6322	—	—	—	—

Tabela 13.1c

Carcaça	Pólos	ROLAMENTO DE ROLOS						
		Rolamentos	MEDIDA (mm)					
			50	80	110	140	170	210
225	II	NU 314	50	50	65	80	—	—
	IV-VI-VIII	NU 314	77	80	110	136	—	—
250	II	NU 314	63	66	69	84	—	—
	IV-VI-VIII	NU 314	105	115	145	175	—	—
280	II	NU 314	95	100	105	110	—	—
	IV-VI-VIII	NU 316	135	140	170	210	—	—
315	II	NU 314	170	175	180	185	—	—
	IV-VI-VIII	NU 319	—	170	185	225	285	—
355	II	NU 314	—	—	225	295	340	390
	IV-VI-VIII	NU 322	—	—	345	410	455	565

Tabela 13.2a - Carga máxima radial admissível (kgf)

CARGA MÁXIMA RADIAL ADMISSÍVEL (Kgf) - ROLAMENTO DE ESFERAS				
Motores IP 55 - F = 60 Hz				
Carcaça	Polaridade			
	II	IV	VI	VIII
63	25	30	—	—
71	30	40	—	—
90	40	55	60	70
100	60	80	90	100
112	106	130	150	170
132	130	160	190	200
160	160	200	230	260
180	210	270	310	350
200	240	320	370	420
225	310	420	450	510
250	290	380	440	490
280	360	460	520	580
315	340	500	580	660
355	—	1570	1570	1570

Tabela 13.2b - Carga máxima radial admissível (kgf)

CARGA MÁXIMA RADIAL (Kgf) - ROLAMENTO DE ESFERAS - F = 60Hz				
Motores NEMA 56				
Carcaça	Força Radial (Kgf)			
	Polaridade			
	II	IV	VI	VIII
56 A	25	35	—	—
56 B	30	35	—	—
56 D	35	45	—	—
MOTOSERRA				
80 S - MS	100	—	—	—
80 H - MS	100	—	—	—
80 L - MS	100	—	—	—
90 L - MS	130	160	—	—

Tabela 13.2c - Carga máxima radial admissível (kgf)

Motores IP55 / Freqüência 60Hz / Rolamento de rolos				
Carcaça	Polaridade			
	II	IV	VI	VIII
160	—	387	386	385
180	—	616	612	611
200	—	868	865	864
225	—	863	862	860
250	—	1036	1034	1030
280	—	1589	1570	1569
315	—	1781	1754	1750

PARA ESTES CÁLCULOS CONSIDERAMOS A DISTÂNCIA X= A COTA "E", PONTA DE EIXO. Não é aconselhado o uso de rolamento de rolos em motores dois pólos, fornecimento mediante consulta à engenharia.

Com relação aos motores fracionários abertos NEMA 48 e 56, os mesmos apresentam as seguintes características mecânicas:

- Rotor de gaiola
- Tipo: aberto à prova de pingos
- Isolamento: classe "B" (130°C) NBR 7094
- Ventilação: interna
- Mancais: rolamentos de esfera

- Normas: NEMA MG - 1
- Tensão: monofásico - 110 / 220 V
trifásico - 220 / 380 V
- Frequência: 60 Hz; 50 Hz sob consulta

Demais características que não foram citadas poderão ser obtidas diretamente com a Fábrica, Setor de Assistência Técnica, WEG Motores Ltda.

Tabela 13.3a - Carga máxima axial admissível (kgf)

CARGA MÁXIMA AXIAL ADMISSÍVEL (Kgf) - F = 60 Hz																
MOTORES TOTALMENTE FECHADOS IP 55																
C A R C A Ç A	POSIÇÃO / FORMA CONSTRUTIVA															
	II	IV	VI	VIII	II	IV	VI	VIII	II	IV	VI	VIII	II	IV	VI	VIII
63	28	37	43	—	28	37	43	—	27	35	42	—	27	35	42	—
71	30	41	48	54	37	50	59	66	29	39	46	53	36	49	57	65
80	36	49	57	65	48	66	77	86	34	46	54	62	47	63	74	84
90	46	63	76	85	50	68	84	94	43	58	72	80	47	64	79	89
100	49	67	81	92	70	95	115	130	44	60	74	85	65	89	109	123
112	69	93	113	130	122	166	201	227	62	84	104	121	116	157	191	218
132	85	118	141	160	145	202	241	271	72	103	123	139	133	186	222	250
160	122	168	192	221	208	280	324	369	97	141	159	192	183	253	291	340
180	—	222	254	287	—	379	439	494	—	186	203	236	—	344	388	445
200	170	225	271	310	319	421	499	566	122	161	208	252	271	355	436	508
225	406	538	632	712	406	538	632	712	340	454	540	620	340	454	540	620
250	397	528	617	696	397	528	617	696	319	425	497	576	319	425	497	576
280	382	608	721	814	382	608	721	814	259	451	541	636	259	451	541	636
315	349	567	675	766	349	567	675	766	161	327	400	493	161	327	400	493
355	318	638	748	846	318	638	748	846	46	215	249	271	46	215	249	271

Tabela 13.3b

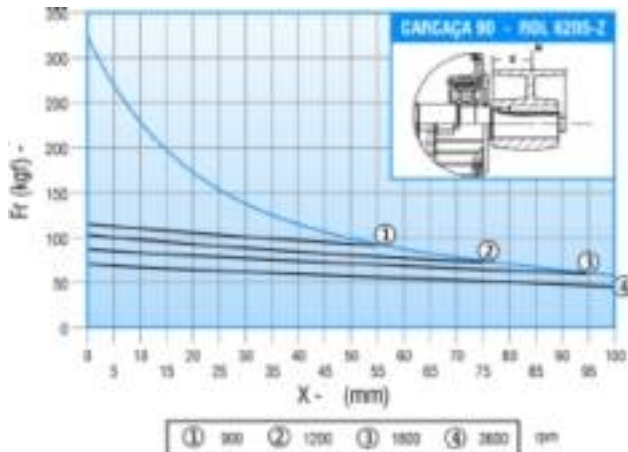
CARGA MÁXIMA AXIAL ADMISSÍVEL (Kgf) - F = 60 Hz								
C A R C A Ç A	POSIÇÃO / FORMA CONSTRUTIVA							
	II	IV	II	IV	II	IV	II	IV
56 A	30	40	37	50	28	38	35	48
56 B	30	40	36	49	28	37	35	47
56 D	28	39	47	65	26	36	45	62

13.5 Gráficos

Os esforços radiais máximos são determinados, para cada carcaça, através de gráficos.

INSTRUÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DOS GRÁFICOS

Carcaça 90



1. Carga máxima radial sobre o eixo
 2. Carga máxima radial sobre os rolamentos
- Onde: X - Metade da largura da polia (mm)
 F_r - Força máxima radial em função do diâmetro e da largura da polia

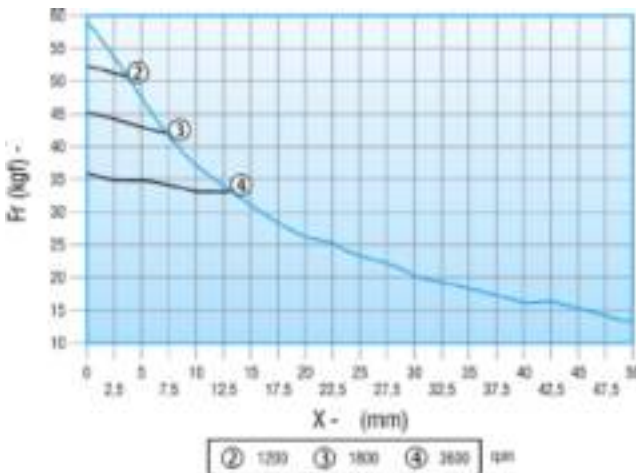
Linha azul: Curva falha do eixo
 Linha preta: Curva falha do rolamento

Exemplo:
 Verificar se o motor 4cv, II pólos, 60Hz, suporta um esforço radial de 50kgf, sendo a largura de polia de 100mm.

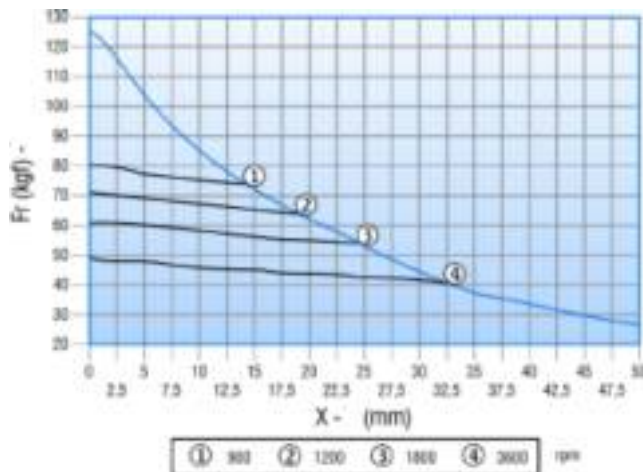
Carcaça : 90L
 F_r : 50Kgf
 X : 50mm

1. Marca a distância X
2. Encontrar a linha $n = 3.600$ do rolamento:
 Verificar-se que este rolamento suporta uma carga radial de 60kgf.

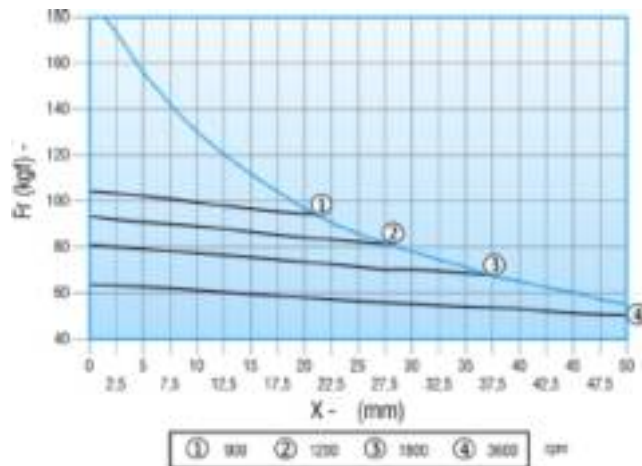
Carcaça 63



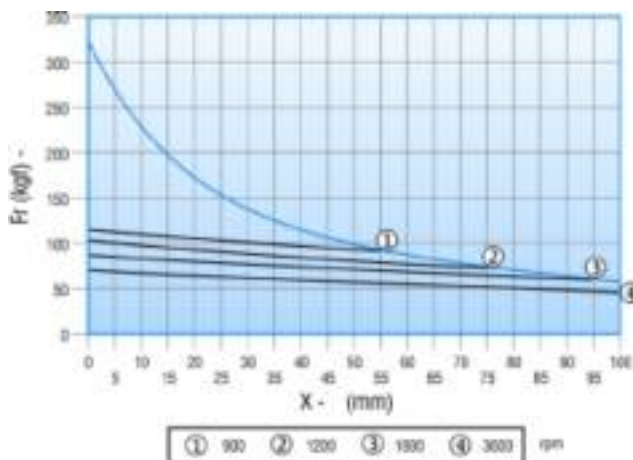
Carcaça 71



Carcaça 80

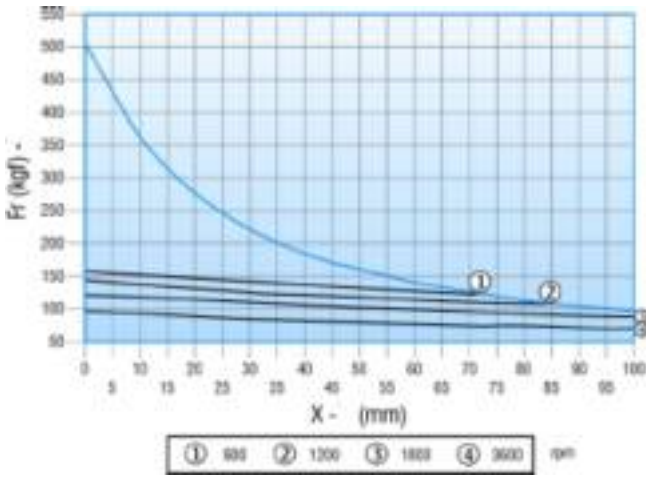


Carcaça 90

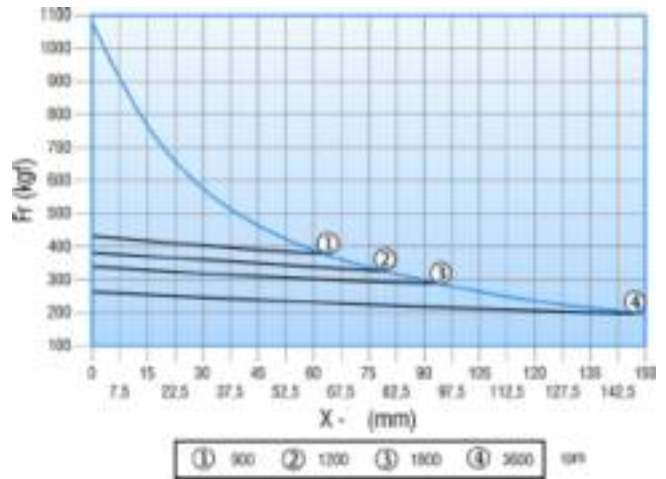


INSTALAÇÃO

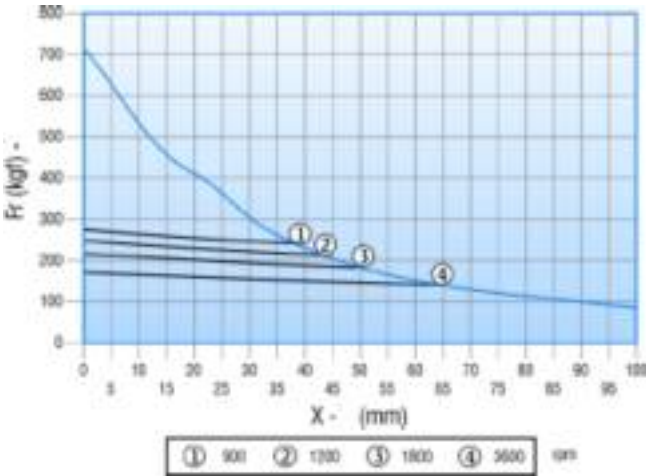
Carcaça 100



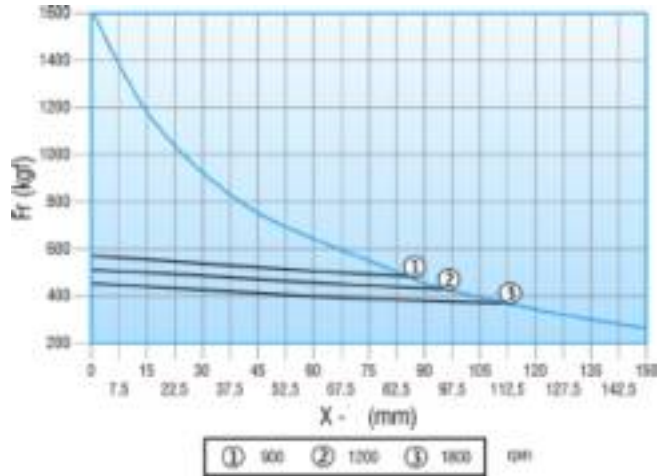
Carcaça 160



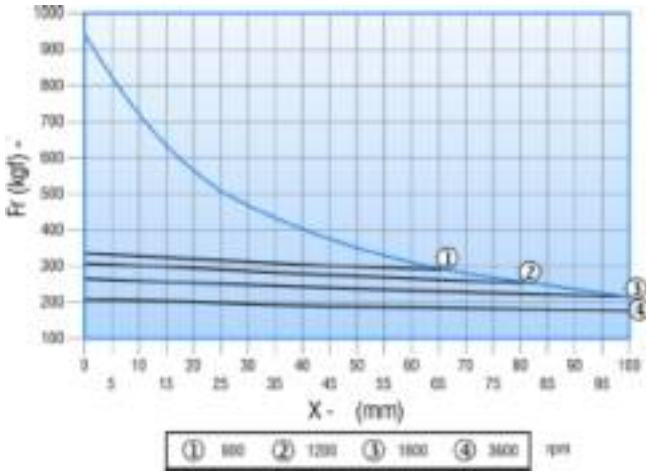
Carcaça 112



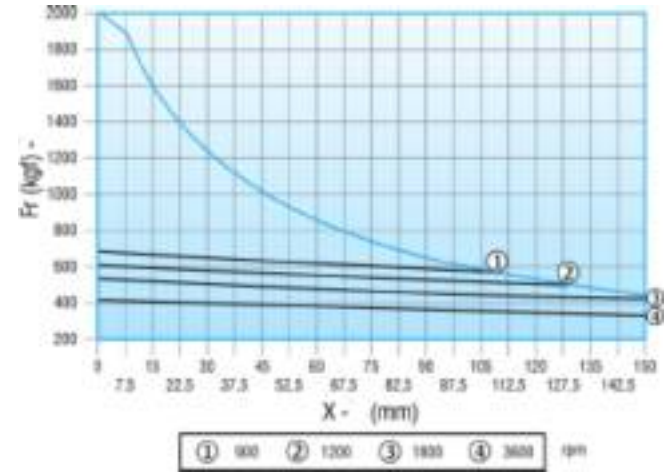
Carcaça 180



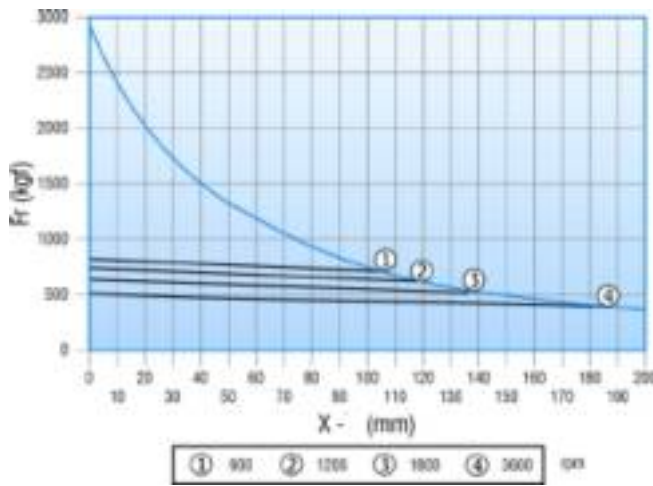
Carcaça 132



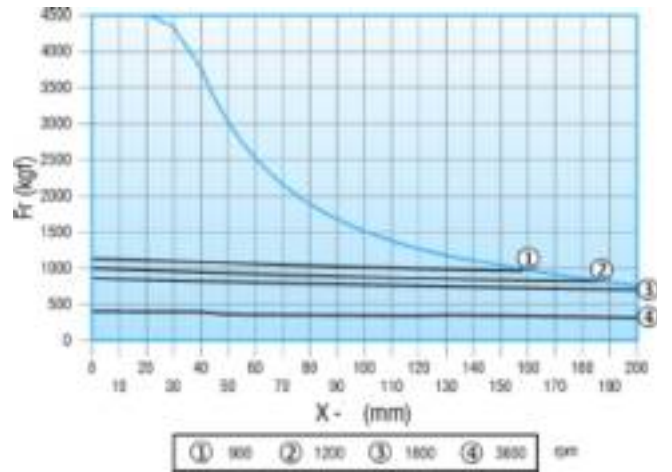
Carcaça 200



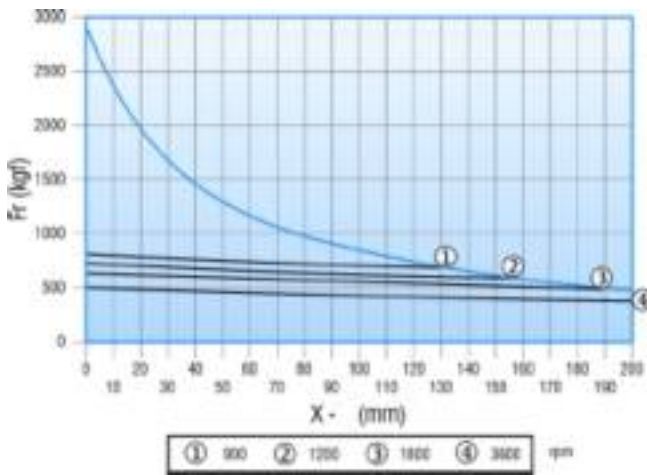
Carcaça 225



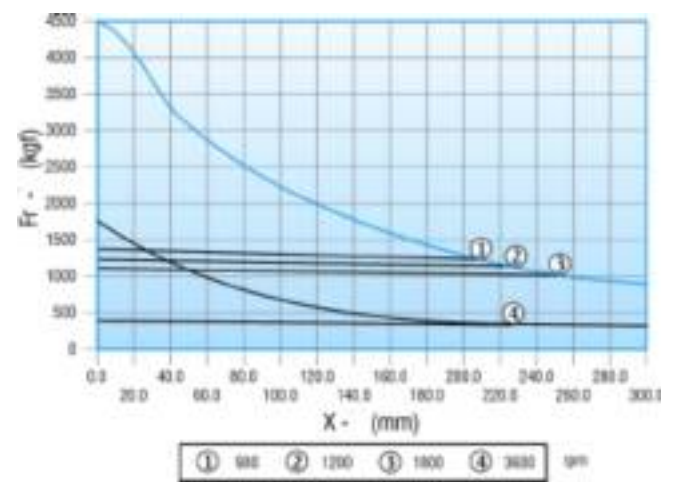
Carcaça 315



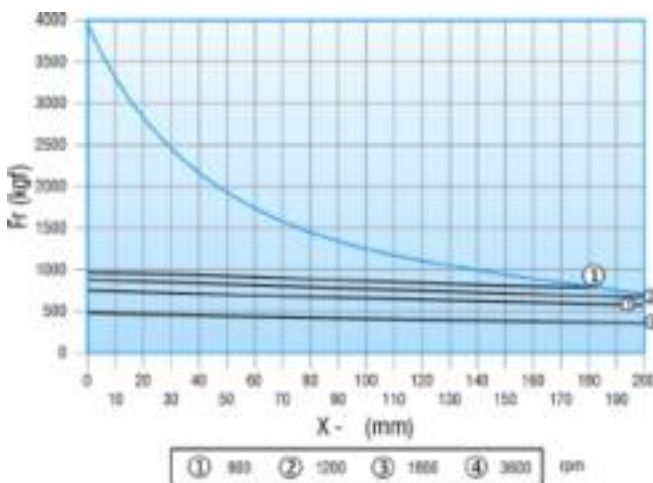
Carcaça 250



Carcaça 355



Carcaça 280



13.6 Vibração

A vibração de uma máquina elétrica está intimamente relacionada com sua montagem e por isso é geralmente desejável efetuar as medições de vibração nas condições reais de instalação e funcionamento. Contudo, para permitir a avaliação do balanceamento e da vibração de máquinas elétricas girantes, é necessário efetuar tais medições, com a máquina desacoplada, sob condições de ensaio determinadas conforme itens 13.7 a 13.9 de forma a permitir a reprodutibilidade dos ensaios e obtenção de medidas comparáveis.

13.7 Suspensão livre

Esta condição é obtida pela suspensão da máquina por uma mola ou pela montagem desta máquina sobre um suporte elástico (molas, borrachas, etc.). A deformação da base elástica em função da rotação da máquina deve ser no mínimo igual aos valores da tabela 13.4, e no máximo igual a 50% da altura total da base.

A massa efetiva do suporte elástico não deve ser superior a 1/10 daquela da máquina, afim de reduzir a influência da massa e dos momentos de inércia das partes do suporte elástico sobre o nível de vibração medido.

Tabela 13.4

Rotação nominal (rpm)	Deformação da base elástica (mm)
3600	1,0
1800	4,5
1200	10
900	18

13.8 Chaveta

Para o balanceamento e medição da severidade de vibração de máquinas com o rasgo de chaveta na ponta de eixo, este rasgo deve ser preenchido com meia chaveta, recortada de maneira a preenchê-lo até a linha divisória entre o eixo e o elemento a ser acoplado.

Nota: Uma chaveta retangular de comprimento idêntico ao da chaveta utilizada na máquina em funcionamento normal e meia altura normal (que deve ser centrada no rasgo de chaveta a ser utilizado) são aceitáveis como práticas alternativas.

13.9 Pontos de medição

As medições da severidade de vibração devem ser efetuadas sobre os mancais, na proximidade do eixo, em três direções perpendiculares, com a máquina funcionando na posição que ocupa sob condições normais (com eixo horizontal ou vertical).

A localização dos pontos de medição e as direções a que se referem os níveis da severidade de vibração estão indicadas na figura 13.11.

ENSAIO DE VIBRAÇÃO

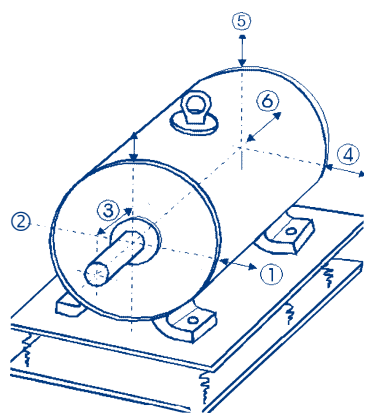


Figura 13.11 - Pontos de medição de vibração

A tabela 13.5 indica valores admissíveis para a máxima velocidade de vibração para as carcaças IEC 56 a 400, dentro dos graus de qualidade de vibração: normal, reduzido e especial.

Tabela 13.5 - Limites recomendados para severidade de vibração, conforme NBR 11.390 e IEC 60.034-14

Grau de Vibração	Velocidade rpm da máquina	Máximo valor eficaz da velocidade de vibração para a altura H do eixo		
		56 a 132 mm/s	160 a 225 mm/s	250 a 400 mm/s
N ¹ (normal)	600 ≤ V ≤ 1800	1,8	1,8 (2,8)	2,8 (3,5)
	1800 < V ≤ 3600	1,8	2,8	4,5
R (reduzida)	600 ≤ V ≤ 1800	0,71	1,12	1,8
	1800 < V ≤ 3600	1,12	1,8	2,8
S (especial)	600 ≤ V ≤ 1800	0,45	0,71	1,12
	1800 < V ≤ 3600	0,71	1,12	1,8

1) Os valores entre parênteses referem-se à IEC 60.034-14

A tabela 13.6 abaixo indica os valores para a máxima velocidade de vibração para as carcaças NEMA 42 a 587, com balanceamento normal conforme norma NEMA MG1-7.08 (1998).

Tabela 13.6

Rotação nominal (rpm)	Máximo valor eficaz da velocidade de vibração (mm/s)
3600	2,7
1800	2,7
1200	2,7
900	2,1
720	1,6
600	1,4

Notas:

- 1 - Para valores de pico, multiplicar os valores das tabelas por $\sqrt{2}$.
- 2 - Os valores da tabela acima são válidos para medições realizadas com a máquina a vazio e desacoplada, funcionando na frequência e tensão nominais.
- 3 - Para máquinas que giram nos dois sentidos, os valores das tabelas se aplicam a ambos os sentidos.
- 4 - As tabelas acima não se aplicam a máquinas montadas no local de instalação, motores trifásicos com comutador, motores monofásicos, motores trifásicos com alimentação monofásica ou a máquinas acopladas a suas máquinas de acionamento ou cargas acionadas.

13.10 Balanceamento

13.10.1 Definição

Conforme a NBR-8008, balanceamento é o processo que procura melhorar a distribuição de massa de um corpo, de modo que este gire em seus mancais sem forças de desbalanceamento.

13.10.2 Tipos de balanceamento

As principais aplicações por tipo de balanceamento, são apresentadas na tabela 13.7.

Tabela 13.7 - Tipos de balanceamento

Balanceamento	Tipo de máquina
Normal (N)	○ Máquinas sem requisitos especiais, tais como: Máquinas gráficas, laminadores, britadores, bombas centrífugas, máquinas têxteis, transportadores, etc.
Reduzido (R)	○ Máquinas de precisão para trabalho sem vibração, tais como: Máquinas a serem instaladas sobre fundamento isolado à prova de vibração, mandriladoras e fresadoras de precisão, tornos, furadeiras de coordenadas, etc.
Especial (S)	○ Máquinas para trabalho de alta precisão, tais como: retíficas, balanceadoras, mandriladora de coordenadas, etc.

14. Aspectos elétricos

É de grande importância observar a correta alimentação de energia elétrica. A seleção dos condutores, sejam os dos circuitos de alimentação dos motores, sejam os dos circuitos terminais ou dos de distribuição, deve ser baseada na corrente nominal dos motores, conforme norma ABNT – NBR 5410.

As tabelas 14.1, 14.2 e 14.3 indicam as bitolas mínimas dos condutores, dimensionados pelos critérios da máxima capacidade de corrente e pela máxima queda de tensão, em função da distância do centro de distribuição ao motor e do tipo de instalação (aérea ou em eletrodutos).

As tabelas acima mencionadas consideram isolamento tipo PVC com temperatura de 70°C no condutor, em temperatura ambiente de 30°C.

Nos casos de temperaturas acima da especificada e/ou agrupamentos de vários circuitos devem ser verificados os fatores de correção indicados na norma ABNT - NBR 5410/1997.

Procede-se da seguinte maneira para determinar a seção do condutor de alimentação:

Para a determinação da corrente do condutor, conforme a norma ABNT -NBR 5410/1997, deve ser utilizada a corrente de placa do motor, ou a corrente de placa do motor multiplicada pelo fator de serviço (FS) quando existir, e localizar este valor na tabela correspondente.

- Se o condutor alimentar mais de um motor, o valor a ser localizado na tabela deve ser igual ao somatório das correntes de cada motor, utilizando o fator de serviço (FS) naqueles que existirem.

NOTA: A norma NBR 7094 exige a indicação do fator de serviço (FS) na placa do motor, quando o mesmo é diferente de 1,0, ou seja, quando FS é igual a 1,0 poderá ser omitido da placa de identificação do motor.

Observação:

Caso o valor calculado não se encontre nas tabelas 14.1, 14.2 ou 14.3, o valor a ser usado deverá ser o primeiro valor superior ao calculado.

- No caso de motores com várias velocidades, deve ser considerado o valor mais alto dentre as correntes nominais dos motores.

Quando o regime de utilização do motor não for contínuo, os condutores devem ter uma capacidade de condução igual ou superior ao produto de sua corrente nominal pelo fator de ciclo de serviço na tabela 14.4 .

Exemplos:

Localizar na parte superior da tabela correspondente, a tensão nominal do motor e a coluna da distância do mesmo à rede de alimentação.

- Dimensionar os condutores para um motor de 15cv, IV pólos, trifásico, 220V, corrente nominal de 40A FS 1,15, localizado a 60m da rede de alimentação e operando em regime de serviço contínuo(S1), com instalação dos condutores em eletrodutos não metálicos.

Solução:

- Corrente a ser localizada: $40 \times 1,15 = 46A$
- Valor na tabela 14.3 $\geq 50A$ (primeiro valor superior a 46A)
- Bitola mínima: 16 mm².

Com estes valores da distância de 60m e corrente de 50A, levados na tabela 14.3 encontra-se como bitola do condutor o valor de 16 mm².

- Tem-se três motores trifásicos, IV pólos com frequência de 60Hz, de 10cv, 30cv e 50cv, que apresentam corrente nominal em 220V de 27A, 74A, 123A, respectivamente os motores 10 e 30cv tem fator de serviço 1,15 e o motor de 50cv não tem fator de serviço informado, ou seja, é igual a 1,0. Estes motores serão instalados a 20m, 45m e 60m do ramal. Qual deve ser a bitola do condutor a ser utilizado para alimentar os motores para o caso de instalação aérea sabendo que este opera em regime de serviço contínuo(S1)?

Solução:

Fazendo o cálculo da corrente : $(27 \times 1,15 + 74 \times 1,15 + 123 = 239,15A)$ e verificando na tabela 14.2, chega-se ao valor de corrente

mais próximo, acima do calculado, de 269A. A distância a ser considerada deve ser a maior entre as citadas, ou seja, 60m. Portanto para a tensão de 220V, $I = 269A$ e a distância de 60m, fazendo-se a intersecção de tensão /distância com a linha correspondente de $I = 269A$, encontramos a bitola mínima de 120 mm².

- Um elevador apresenta tempo de serviço normal de 15min e utiliza um motor de 15cv, 220V, IV pólos, com corrente nominal de 38A. A distância deste motor ao quadro de comando é de 50m. Qual o condutor a ser utilizado, considerando condutor em eletroduto não metálico?

Solução:

O serviço é do tipo intermitente, com tempo de serviço de 15 minutos. Deve-se então multiplicar o valor da corrente pelo fator de ciclo 0,85 da tabela 14.4 .

$$\begin{aligned} I &= I_n \times 0,85 \\ I &= 38 \times 0,85 \\ I &= 32,3 A \end{aligned}$$

O valor correspondente na tabela 14.3 é de 36A. Assim, para a tensão de 220V, 50m, $I = 36A$ fazendo-se a intersecção de tensão/distância com a linha correspondente de $I = 36A$ encontra-se a bitola mínima de 10 mm².

- Tem-se um motor trifásico 60cv, VIII pólos, 220/380V, com corrente nominal de 156A em 220V, instalados a 80m do ponto de tomada de energia da rede. Qual deverá ser o condutor usado para alimentar este motor sabendo-se que a instalação será feita por condutores aéreos e este está operando em regime de serviço contínuo(S1)?

Solução:

$$I = 156 \times 1,0 = 156A$$

Assim temos: $I = 156A$, $d = 80m$, devemos então ir até a tabela 14.2, localizando primeiro o ponto da tensão e a distância, em seguida localizar o valor da corrente mais próximo do calculado, que neste caso, é 192A. Indo para a direita e cruzando com a coluna, distância e tensão, chegaremos ao condutor que é de 120mm².

14.1 Proteção dos motores

A proteção térmica dos motores é fator determinante para o bom desempenho dos mesmos e para o aumento de sua vida útil. Deve ser dimensionada de acordo com o motor e o tipo de carga, assegurando um trabalho contínuo e uma maior vida útil de todo equipamento. Maiores informações, favor consultar item 5.2 – Proteção térmica de motores elétricos.

Tabela 14.1 - Bitola de fios e cabos (PVC - 70°C), para alimentação de motores monofásicos em temperatura ambiente de 30°C, instalados em eletrodutos não metálicos (Queda de tensão < 4%)

Tensão (V)	Distância do motor ao centro de distribuição (metros)													
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150
110	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150
220	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300
380	35	50	70	80	100	140	170	200	240	280	310	350	430	520
440	40	60	80	100	120	160	200	240	280	320	360	400	500	600
Corrente (A)	Bitola do fio ou cabo (condutor em mm ²)													
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	6	6	6
5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	6	6	6
10	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10	16
13,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10	16	16	25
17,5	1,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	16	16	16	25	25
24	2,5	4	4	6	6	10	10	16	16	25	25	25	35	35
32	4	4	6	10	10	16	16	25	25	25	25	35	35	50
41	6	6	10	10	10	16	25	25	25	35	35	50	50	70
57	10	10	10	16	16	25	25	35	35	50	50	70	70	95
76	16	16	16	16	25	35	35	50	70	70	70	95	120	150
101	25	25	25	25	35	60	50	70	70	95	95	120	150	240
125	35	35	35	35	35	50	70	95	95	120	120	150	240	300
151	50	50	50	50	50	70	95	95	120	185	185	240	300	500
192	70	70	70	70	70	95	120	150	185	240	240	400	X	X
232	95	95	95	95	95	120	150	185	240	300	400	X	X	X
269	120	120	120	120	120	120	185	240	300	400	X	X	X	X
309	150	150	150	150	150	150	240	300	500	X	X	X	X	X
353	185	185	185	185	185	185	300	400	X	X	X	X	X	X
415	240	240	240	240	240	240	400	X	X	X	X	X	X	X
473	300	300	300	300	300	400	X	X	X	X	X	X	X	X
566	400	400	400	400	400	500	X	X	X	X	X	X	X	X
651	500	500	500	500	500	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 14.2 - Bitola de fios e cabos (PVC - 70°C) para alimentação de motores trifásicos em temperatura ambiente de 30°C, instalados com condutores aéreos (Queda de tensão < 4%)

Tensão (V)	Distância do motor ao centro de distribuição (metros)													
	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	200
110	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	200
220	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300	400
380	50	70	80	100	140	170	200	240	280	310	350	430	520	690
440	60	80	100	120	160	200	240	280	320	360	400	500	600	800
Corrente (A)	Bitola do fio ou cabo (condutor em mm ²)													
	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	16	16	25	25
13,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	16	16	25	25
17,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	10	16	16	16	25	25	35
24	4	4	6	6	10	10	16	16	16	25	25	35	35	70
32	6	6	10	10	16	25	25	25	35	35	50	70	95	120
41	10	10	16	16	25	25	35	50	50	70	70	95	150	185
57	10	10	16	16	25	25	35	50	50	70	70	95	150	185
76	16	16	16	25	35	50	50	70	95	95	120	185	240	300
101	25	25	25	35	50	95	95	95	120	150	185	400	500	X
125	35	35	35	35	70	95	120	150	185	240	300	X	X	X
151	50	50	50	50	95	120	150	240	300	400	500	X	X	X
192	70	70	70	70	120	185	240	400	X	X	X	X	X	X
232	95	95	95	95	150	300	500	X	X	X	X	X	X	X
269	120	120	120	120	240	400	X	X	X	X	X	X	X	X
309	150	150	150	150	300	X	X	X	X	X	X	X	X	X
353	185	185	185	240	500	X	X	X	X	X	X	X	X	X
415	240	240	240	300	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
473	300	300	300	500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
566	400	400	500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
651	500	500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 14.3 - Bitola de fios e cabos (PVC - 70°C) para a alimentação de motores trifásicos em temperatura ambiente de 30°C, instalados em eletrodutos não metálicos (Queda de tensão < 4%)

Tensão (V)	Distância do motor ao centro de distribuição (metros)											
	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	125	150
110	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	125	150
220	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200	250	300
380	85	100	120	140	170	210	240	280	310	350	430	500
440	100	120	140	160	200	240	280	320	360	400	500	600
Corrente (A)	Bitola do fio ou cabo (condutor em mm ²)											
	2,5	2,5	4	4	6	6	6	10	10	10	16	16
12	2,5	2,5	4	4	6	6	6	10	10	10	16	16
15,5	4	4	4	6	6	10	10	10	10	16	16	25
21	4	6	6	6	10	10	16	16	16	16	25	25
28	6	6	10	10	10	16	16	16	25	25	35	35
36	10	10	10	10	16	16	25	25	25	35	35	50
50	10	16	16	16	25	25	35	35	35	50	70	70
68	16	16	25	25	25	35	50	50	70	70	95	95
89	25	25	25	35	35	50	70	70	70	95	120	120
110	35	35	35	35	50	70	70	95	95	120	150	185
134	50	50	50	50	70	70	95	120	120	150	185	300
171	70	70	70	70	95	95	120	150	185	240	300	500
207	95	95	95	95	95	120	150	185	240	300	500	X
239	120	120	120	120	120	150	185	240	300	400	X	X
272	150	150	150	150	150	185	240	400	500	X	X	X
310	185	185	185	185	185	240	300	500	X	X	X	X
364	240	240	240	240	240	400	500	X	X	X	X	X
419	300	300	300	300	300	500	X	X	X	X	X	X
502	400	400	400	400	500	X	X	X	X	X	X	X
578	500	500	500	500	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 14.4 - Fator de ciclo de serviço

Tempo de serviço nominal do motor	Classificação			
	5min	15min	30 a 60min	Contínuo
Curto (operação de válvulas, atuação de contatos, etc)	1,10	1,20	1,50	
Intermitente (elevadores de passageiros ou carga, ferramentas, bombas, pontes-rolantes, etc)	0,85	0,85	0,90	1,40
Periódico (laminadores, máquinas de mineração, etc)	0,85	0,90	0,95	1,40
Variável	1,10	1,20	1,50	2,00



Manutenção



INSTRUÇÕES GERAIS

Todos os profissionais que realizam serviços em equipamentos elétricos, seja na instalação, operação ou manutenção, deverão ser permanentemente informados e atualizados sobre as normas e prescrições de segurança, que regem o serviço e, aconselhados a segui-las. Cabe ao responsável certificar-se antes do início do trabalho, de que tudo foi devidamente observado, e alertar seu pessoal para os perigos inerentes à tarefa proposta.

Recomenda-se que este serviço seja efetuado por pessoal qualificado.

Como medida de segurança, os equipamentos para combate a incêndios e avisos sobre primeiros socorros, não deverão faltar no local de trabalho; deverão estar sempre em locais bem visíveis e de fácil acesso.

Fornecimento

Os motores antes de serem expedidos, são balanceados e testados na fábrica, garantindo o seu perfeito funcionamento.

Ao recebê-los, recomendamos cuidados e inspeção, verificando a existência de eventuais danos provocados pelo transporte.

Caso eles tenham ocorrido, notificar imediatamente à empresa transportadora e o representante WEG mais próximo.

15. Manutenção

A manutenção dos motores elétricos, adequadamente aplicados, resume-se numa inspeção periódica quanto a níveis de isolamento, elevação de temperatura, desgastes excessivos, correta lubrificação dos rolamentos e eventuais exames no ventilador, para verificar o correto fluxo de ar. A frequência com que devem ser feitas as inspeções, depende do tipo de motor e das condições do local de aplicação do motor.

16. Limpeza

Os motores devem ser mantidos limpos, isentos de poeira, detritos e óleos. Para limpá-los, deve-se utilizar escovas ou panos limpos de algodão. Se a poeira não for abrasiva, deve-se utilizar o jateamento de ar comprimido, soprando a poeira da tampa defletora e eliminando toda acumulação de pó contida nas pás do ventilador e nas aletas de refrigeração.

Em motores com proteção IP55, recomenda-se uma limpeza na caixa de ligação. Esta deve apresentar os bornes limpos, sem oxidação, em perfeitas condições mecânicas e sem depósitos de pó nos espaços vazios. Em ambiente agressivo, recomenda-se utilizar motores com grau de proteção IPW55.

17. Lubrificação

Os motores até a carcaça 160 não possuem graxa, enquanto que para motores da carcaça 160 até a carcaça 200 o pino graxa é opcional. Acima desta carcaça (225 à 355) é normal de linha a presença do pino graxa. A finalidade de manutenção, neste caso, é prolongar o máximo possível, a vida útil do sistema de mancais. A manutenção abrange:

- observação do estado geral em que se encontram os mancais;
- lubrificação e limpeza;
- exame minucioso dos rolamentos.

O controle de temperatura num mancal também faz parte da manutenção de rotina. Sendo o mancal lubrificado com graxas apropriadas, conforme recomendado no item 17.2, a temperatura de trabalho não deverá ultrapassar ΔT de 60°C num ambiente de 40°C. A temperatura poderá ser controlada permanentemente com termômetros, colocados do lado de fora do mancal, ou com termoelementos embutidos.

Os motores WEG são normalmente equipados com rolamentos de esfera ou de rolos, lubrificados com graxa.

Os rolamentos devem ser lubrificados para evitar o contato metálico entre os corpos rolantes e também para proteger os mesmos contra a corrosão e desgaste.

As propriedades dos lubrificantes deterioram-se em virtude de envelhecimento e trabalho mecânico, além disso, todos os lubrificantes sofrem contaminação em serviço, razão pela qual devem ser completados ou trocados periodicamente.

17.1 Intervalos de relubrificação

A quantidade de graxa correta é sem dúvida, um aspecto importante para uma boa lubrificação.

A relubrificação deve ser feita conforme os intervalos de relubrificação especificados na placa de identificação.

Para uma lubrificação inicial eficiente, em um rolamento é preciso observar o Manual de instruções do motor ou pela Tabela de Lubrificação. Na ausência destas informações, o rolamento deve ser preenchido com a graxa até a metade de seu espaço vazio (somente espaço vazio entre os corpos girantes). Na execução destas operações, recomenda-se o máximo de cuidado e limpeza, com o objetivo de evitar qualquer penetração de sujeira que possa causar danos no rolamento.

Tabela 17.1a - Rolamentos por tipo de motor (IEC)

Carcaças	Forma construtiva	Rolamentos	
		Dianteiro	Traseiro
Motores totalmente fechados com ventilador externo			
63	T O D A S	6201 ZZ	6201 ZZ
71		6203 ZZ	6202 ZZ
80		6204 ZZ	6203 ZZ
90 S		6205 ZZ	6204 ZZ
90 L		6205 ZZ	6204 ZZ
100 L		6206 ZZ	6205 ZZ
112 M		6307 ZZ	6206 ZZ
132 S		6308 ZZ	6207 ZZ
132 M		6308 ZZ	6207 ZZ
160 M		6309-C3	6209 Z-C3
160 L		6309-C3	6209 Z-C3
180 M		6311-C3	6211 Z-C3
180 L		6311-C3	6211 Z-C3
200 L		6312-C3	6212 Z-C3
200 M		6312-C3	6212 Z-C3
225 S/M		6314-C3	6314-C3
250 S/M		6314-C3	6314-C3
280 S/M		6314-C3 **	6314-C3
315 S/M		6316-C3	6316-C3
		6314-C3 **	6314-C3
355 M/L	6319-C3	6316-C3	
	6314-C3 **	6314-C3	
	NU 322-C3	6319-C3	

** Somente para motores II pólos.

NOTA: Motores equipados diretamente à carga devem utilizar preferencialmente rolamentos de esferas

Tabela 17.1b - Rolamentos por tipo de motor (NEMA T)

Carcaças	Forma construtiva	Rolamentos	
		Dianteiro	Traseiro
Motores totalmente fechados com ventilador externo			
143 T	T O D A S	6205 ZZ	6204 ZZ
145 T		6205 ZZ	6204 ZZ
182 T		6307 ZZ	6206 ZZ
184 T		6307 ZZ	6206 ZZ
213 T		6308 ZZ	6207 ZZ
215 T		6308 ZZ	6207 ZZ
254 T		6309-C3	6209 Z-C3
256 T		6309-C3	6209 Z-C3
284 T e TS		6311-C3	6211 Z-C3
286 T e TS		6311-C3	6211 Z-C3
324 T e TS		6312-C3	6212 Z-C3
326 T e TS		6312-C3	6212 Z-C3
364 T e TS		6314-C3	6314-C3
365 T e TS		6314-C3	6314-C3
404 T		6314-C3	6314-C3
405 TS		6314-C3	6314-C3
444 T		6316-C3	6316-C3
444 TS		6314-C3 **	6314-C3
445 T		6316-C3	6316-C3
445 TS		6314-C3 **	6314-C3
504 Z		6319-C3	6316-C3
505 U		6314-C3 **	6314-C3
505 Z		6319-C3	6316-C3
586 T		NU 322-C3	6319-C3
587 T		NU 322-C3	6319-C3

** Somente para motores II pólos

Tabela 17.1c - Rolamentos para motosserra

Motosserra	Forma construtiva	Rolamentos	
		Dianteiro	Traseiro
80 S MS	B3	6207 ZZ	6207 ZZ
80 M MS		6307 ZZ	6207 ZZ
80 L MS		6307 ZZ	6207 ZZ
90 L MS		6308 ZZ	6208 ZZ

Tabela 17.1d Rolamentos para motores carcaça NEMA

Carcaças NEMA	Forma construtiva	Rolamentos	
		Dianteiro	Traseiro
Motores abertos a prova de pingos			
48 B	T O D A S	6203 ZZ	6202 ZZ
56 A		6204 ZZ	6203 ZZ
56 B		6204 ZZ	6203 ZZ
56 D		6204 ZZ	6203 ZZ
56 H		6204 ZZ	6203 ZZ

Tabela 17.2a - Intervalos de lubrificação e quantidade de graxa para rolamentos.
Rolamentos fixos de uma carreira de esferas - Séries 62/63

Rolamento		Intervalo de relubrificação (horas de funcionamento)												Graxa (g)
		II pólos		IV pólos		VI pólos		VIII pólos		X pólos		XII pólos		
		60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	
Série 62	6209	18400	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	9
	6211	14200	16500	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	11
	6212	12100	14400	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	13
Série 63	6309	15700	18100	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	13
	6311	11500	13700	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	18
	6312	9800	11900	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	21
	6314	3600	4500	9700	11600	14200	16400	17300	19700	19700	20000	20000	20000	27
	6316	-	-	8500	10400	12800	14900	15900	18700	18700	20000	20000	20000	34
	6319	-	-	7000	9000	11000	13000	14000	17400	17400	18600	18600	20000	45
6322	-	-	5100	7200	9200	10800	11800	15100	15100	15500	15500	19300	60	

Tabela 17.2b - Intervalos de lubrificação e quantidade de graxa para rolamentos.
Rolamentos fixos de rolos - Série NU 3

Rolamento		Intervalo de relubrificação (horas de funcionamento)												Graxa (g)
		II pólos		IV pólos		VI pólos		VIII pólos		X pólos		XII pólos		
		60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	
Série NU 3	NU 309	9800	13300	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	13
	NU 311	6400	9200	19100	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	18
	NU 312	5100	7600	17200	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	21
	NU 314	1600	2500	7100	8900	11000	13100	15100	16900	16900	19300	19300	20000	27
	NU 316	-	-	6000	7600	9500	11600	13800	15500	15500	17800	17800	20000	34
	NU 319	-	-	4700	6000	7600	9800	12200	13700	13700	15700	15700	20000	45
	NU 322	-	-	3300	4400	5900	7800	10700	11500	11500	13400	13400	17300	60
	NU 324	-	-	2400	3500	5000	6600	10000	10200	10200	12100	12100	15000	72

OBSERVAÇÃO:

Os rolamentos ZZ que vão de 6201 ao 6307 não necessitam ser relubrificados pois sua vida útil está em torno de 20.000 horas, ou seja, no período da sua substituição.

As tabelas 17.2A e 17.2B se destinam ao período de relubrificação para temperatura do mancal de 70°C (para rolamentos até 6312 e NU 312) e temperatura de 85°C (para rolamentos 6314 e NU 314 e maiores).

Para cada 15°C de elevação, o período de relubrificação se reduz à metade.

Os períodos citados nas tabelas acima, são para o uso de graxa Polyrex e não servem para aplicações especiais.

Os motores, quando utilizados na posição vertical, têm seu intervalo de relubrificação em 50% em relação aos motores utilizados na posição horizontal.

17.2 Qualidade e quantidade de graxa

É importante que seja feita uma lubrificação correta, isto é, aplicar a graxa correta e em quantidade adequada, pois uma lubrificação deficiente tanto quanto uma lubrificação excessiva, trazem efeitos prejudiciais. A lubrificação em excesso acarreta elevação de temperatura, devido a grande resistência que oferece ao movimento das partes rotativas e acaba por perder completamente suas características de lubrificação.

Isto pode provocar vazamento, penetrando a graxa no interior do motor e depositando-se sobre as bobinas ou outras partes do motor.

Graxas de base diferente nunca deverão ser misturadas.

Tabela 17.3 - Graxas para utilização em motores normais

Tipo	Fabricante	Carcaça	Temperatura
Polyrex EM	Esso	63 - 355	-30 a 170

17.3 Instruções para lubrificação

Injeta-se aproximadamente metade da quantidade total estimada da graxa e coloca-se o motor a girar durante aproximadamente 1 minuto a plena rotação, em seguida desliga-se o motor e coloca-se o restante da graxa.

A injeção de toda a graxa com o motor parado pode levar a penetração de parte do lubrificante no interior do motor.

É importante manter as graxas limpas antes da introdução da graxa a fim de evitar a entrada de materiais estranhos no rolamento.

Para lubrificação use exclusivamente pistola engraxadeira manual.

ETAPAS DE LUBRIFICAÇÃO DOS ROLAMENTOS

1. Limpar com pano de algodão as proximidades do orifício da graxeira.
2. Com o motor em funcionamento, adicionar a graxa por meio de uma pistola engraxadeira até ter sido introduzida a quantidade de graxa recomendada nas tabelas 17.2a, 17.2b e 17.2c.
3. Deixar o motor funcionando durante o tempo suficiente para que se escoe todo o excesso de graxa.

17.4 Substituição de rolamentos

A desmontagem de um motor para trocar um rolamento somente deverá ser feita por pessoal qualificado.

A fim de evitar danos aos núcleos, será necessário, após a retirada da tampa do mancal, calçar o entreferro entre o rotor e o estador, com cartolina de espessura correspondente.

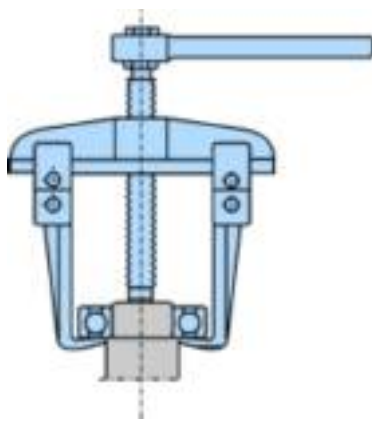


Figura 17.1 - Extrator de rolamentos

A desmontagem dos rolamentos não é difícil, desde que sejam usadas ferramentas adequadas (extrator de rolamentos).

As garras do extrator deverão ser aplicadas sobre a face lateral do anel interno a ser desmontado, ou sobre uma peça adjacente.

É essencial que a montagem dos rolamentos seja efetuada em condições de rigorosa limpeza e por pessoal qualificado, para assegurar um bom funcionamento e evitar danificações.

Rolamentos novos somente deverão ser retirados da embalagem no momento de serem montados.

Antes da colocação do rolamento novo, se faz necessário verificar se o encaixe no eixo não apresenta sinais de rebarba ou sinais de pancadas. Os rolamentos não podem receber golpes diretos durante a montagem. O apoio para prensar ou bater o rolamento deve ser aplicado sobre o anel interno.

Após a limpeza, proteger as peças aplicando uma fina camada de vaselina ou óleo nas partes usinadas a fim de evitar a oxidação.

Tomar o cuidado quanto as batidas e/ou amassamento dos encaixes das tampas e da carcaça e na retirada da caixa de ligação, evitando quebras ou rachaduras na carcaça.

IMPREGNAÇÕES:

Proteger as roscas da carcaça colocando parafusos apropriados e os encaixes de apoio da caixa de ligação, cobrindo com esmalte anti-aderente (ISO 287 - ISOLASIL).

O esmalte de proteção das partes usinadas deve ser retirado logo após a cura do verniz de impregnação. Esta operação deve ser feita com a mão, sem uso de ferramentas cortantes.

MONTAGEM:

Fazer inspeção de todas as peças visando detectar problemas como: trincas nas peças, partes encaixadas com incrustações, roscas danificadas, etc.

Montar fazendo uso de martelo de borracha e bucha de bronze, certificando-se de que as partes encaixam entre si perfeitamente.

Os parafusos devem ser montados com as respectivas arruelas de pressão, sendo apertadas uniformemente.

TESTES:

Girar o eixo com a mão, observando problemas de arraste nas tampas e anéis de fixação.

MONTAGEM DA CAIXA DE LIGAÇÃO:

Antes da montagem da caixa de ligação, deve-se proceder a vedação das janelas de passagem de cabos na carcaça utilizando espuma auto-extinguível (1ª camada), e em motores à prova de explosão existe ainda uma segunda camada composta de mistura de resina Epoxi ISO 340 com pó de quartzo. O tempo de secagem da referida mistura é de 2 (duas) horas, período durante o qual a carcaça não deve ser movimentada, devendo permanecer com as janelas (saída dos cabos) virada para cima.

Após a secagem, observar se houve uma perfeita vedação das janelas, inclusive na passagem dos cabos.

Montar a caixa de ligação e pintar o motor.

RECOMENDAÇÕES GERAIS

- Qualquer peça danificada (trincas, amassamento de partes usinadas, rosca defeituosa) deve ser substituída, não devendo em hipótese alguma ser recuperada.
- Quando se tratar de reparos em motores à prova de explosão IPW55, os retentores deverão **obrigatoriamente ser trocados** na montagem do mesmo.

17.5 MOTOFREIO TRIFÁSICO**Descrição Geral**

O motofreio consiste de um motor de indução acoplado a um freio monodisco, formando uma unidade integral compacta e robusta.

O motor de indução é totalmente fechado com ventilação externa, com as mesmas características de robustez e desempenho da linha de motores.

O freio é construído com poucas partes móveis, que assegura longa duração com o mínimo de manutenção. A dupla face das pastilhas forma uma grande superfície de atrito, que proporciona pequena pressão sobre as mesmas, baixo aquecimento e mínimo desgaste.

Além disso, o freio é resfriado pela própria ventilação do motor.

A bobina de acionamento do eletroímã, protegida com resina epoxi, funciona continuamente com tensões de 10% acima ou abaixo da nominal.

Sua alimentação é por corrente contínua, fornecida por uma ponte retificadora composta de diodos de silício e varistores, que suprimem picos indesejáveis de tensão e permitem um rápido desligamento da corrente. A alimentação em corrente contínua proporciona maior rapidez e uniformidade de operação do freio.

APLICAÇÕES

O motofreio é geralmente aplicado em:

máquinas-ferramenta, teares, máquinas de embalagem, transportadores, máquinas de lavar e engarrar, máquinas de bobinar, dobradeiras, guindastes, pontes-rolante, elevadores, ajustes de rolos de laminadores e máquinas gráficas. Enfim, em equipamentos onde são exigidos paradas rápidas por questões de segurança, posicionamento e economia de tempo.

FUNCIONAMENTO DO FREIO

Quando o motor é desligado da rede, o controle também interrompe a corrente da bobina e o eletroímã pára de atuar.

As molas de pressão empurram a armadura na direção da tampa traseira do motor. As pastilhas, que estão alojadas no disco de frenagem, são comprimidas entre as duas superfícies de atrito, a armadura e a tampa, freando o motor até que ele pare.

A armadura é atraída contra a carcaça do eletroímã, vencendo a resistência das molas. As pastilhas ao ficarem livres deslocam-se axialmente em seus alojamentos ficando afastadas das superfícies de atrito. Assim, termina a ação de frenagem, deixando o motor partir livremente.

Opcionalmente será fornecido disco de frenagem de lonas.

INSTALAÇÃO

O motofreio pode ser montado em qualquer posição, desde que o freio não fique sujeito à penetração excessiva de água, óleo, poeiras abrasivas, etc, através da entrada de ar.

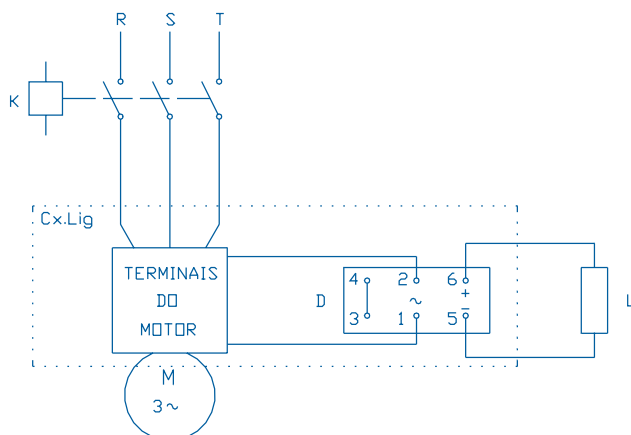
Quando montado na posição normal, o conjunto motofreio obedece o grau de proteção IP55 da ABNT.

ESQUEMAS DE LIGAÇÃO

O motofreio WEG admite três sistemas de ligações, proporcionando frenagem lentas, médias e rápidas.

a) Frenagem lenta

A alimentação da ponte retificadora da bobina do freio é feita diretamente dos terminais do motor, sem interrupção, conforme figura a seguir:



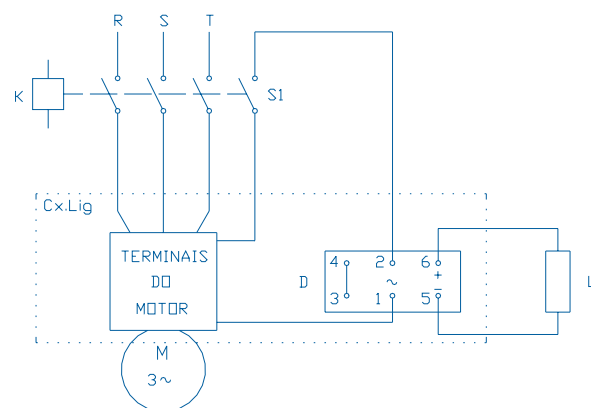
*D - Ponte Retificadora
L - Bobina do eletroímã
K - Contator*

Figura 17.2 - Esquema de ligação para frenagem lenta

b) Frenagem média

Neste caso, intercala-se um contato para interrupção da corrente de alimentação da ponte retificadora no circuito de CA.

É essencial que este seja um contato auxiliar NA do próprio contator ou chave magnética do motor, para garantir que se ligue ou desligue o freio simultaneamente com o motor.

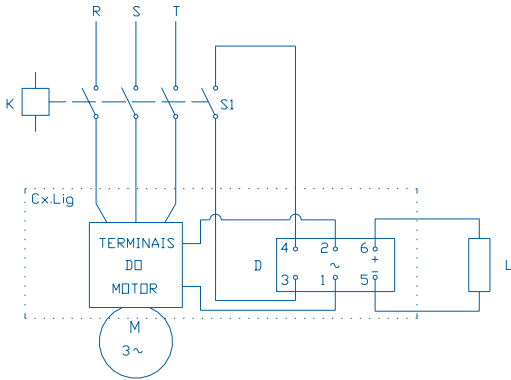


*D - Ponte Retificadora
L - Bobina do eletroímã
K - Contator
S1 - Contator auxiliar NA*

Figura 17.3 - Esquema de ligação para frenagem média

c) Frenagem rápida

Intercala-se o contato para interrupção diretamente num dos fios de alimentação da bobina, no circuito CC. É necessário que este seja um contato auxiliar NA do próprio contator ou chave magnética do motor.



D - Ponte retificadora
L - Bobina do eletroímã
K - Contator
S1 - Contato auxiliar NA

Figura 17.4 - Esquema de ligação para frenagem rápida

ALIMENTAÇÃO DA BOBINA DO FREIO

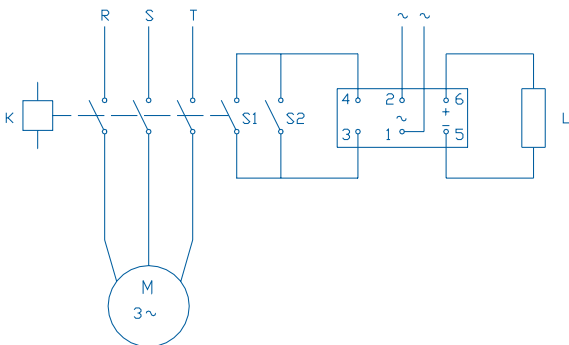
Os sistemas de frenagem média e rápida permitem duas alternativas de alimentação:

a) Pelos terminais do motor

- **Motor 220/380 V:** ligar os terminais 2 e 6 do motor aos terminais 1 e 2 da ponte retificadora.
- **Motor 220/380/440/760 V:** ligar os terminais 1 e 4 do motor aos terminais 1 e 2 da ponte retificadora.
- **Motor dupla polaridade 220 V:**
 - **Alta rotação:** ligar os terminais 4 e 6 do motor aos terminais 1 e 2 da ponte retificadora.
 - **Baixa rotação:** ligar os terminais 1 e 2 do motor aos terminais 1 e 2 da ponte retificadora.
- **Motor 440 V:** ligar dois dos terminais do motor aos terminais 1 e 2 da ponte retificadora.

b) Alimentação independente

Para motores de outras tensões, ligar os terminais da bobina do freio a fonte independente de 24 Vcc, porém sempre com interrupção simultânea com a alimentação do motor. Com alimentação independente, é possível fazer eletricamente o destravamento do freio, conforme figura 17.5.



D - Ponte retificadora
L - Bobina do eletroímã
K - Contator
S1 - Contato auxiliar NA
S2 - Chave de destravamento elétrico

Figura 17.5 - Esquema de ligação para alimentação independente

CONJUGADO DE FRENAGEM

Pode-se obter uma parada mais suave do motor diminuindo o valor do conjugado de frenagem, pela retirada de parte das molas de pressão do freio.

IMPORTANTE

As molas devem ser retiradas de maneira que as restantes permaneçam simetricamente dispostas evitando que continue existindo fricção mesmo após acionado o motor, e desgaste desuniforme das pastilhas.

MANUTENÇÃO DO FREIO

Por serem de construção simples, os motofreios praticamente dispensam manutenção, a não ser a ajustagem periódica do entreferro. Recomenda-se proceder uma limpeza interna, quando houver penetração de água, poeiras, etc, ou por ocasião da manutenção periódica do motor.

Ajustagem do entreferro

Os motofreios são fornecidos com o entreferro inicial, ou seja, a separação entre a armadura e a carcaça com o freio aplicado, pré-ajustado na fábrica em seu valor mínimo indicado na tabela 17.5.

Tabela 17.5

Carcaça	Entreferro inicial (mm)	Entreferro máximo (mm)
71	0,2 - 0,3	0,6
80	0,2 - 0,3	0,6
90S - 90L	0,2 - 0,3	0,6
100L	0,2 - 0,3	0,6
112M	0,2 - 0,3	0,6
132S - 132M	0,3 - 0,4	0,8
160M - 160L	0,3 - 0,4	0,8

Com o desgaste natural das pastilhas, o entreferro aumenta gradativamente, não afetando o bom funcionamento do freio até que ele atinja o valor máximo indicado na tabela 17.5. Para reajustar o entreferro a seus valores iniciais, procede-se como segue:

- a) Retirar os parafusos de fixação e remover a tampa defletora.
- b) Remover a cinta de fixação.
- c) Medir o entreferro em três pontos, próximos aos parafusos de ajustagem, a qual é feita com um jogo de lâminas padrão (espelho).
- d) Se a medida encontrada for maior ou igual ao valor máximo indicado, ou se as três leituras forem diferentes entre si, prosseguir a ajustagem da seguinte maneira:
 1. soltar as contraporcas e os parafusos de ajustagem
 2. ajustar o entreferro ao seu valor inicial indicado na tabela 17.5, apertando por igual os três parafusos de ajustagem. O valor do entreferro deve ser uniforme nos três pontos de medição e ser de tal forma, que a lâmina padrão correspondente ao limite interior, penetre livremente em toda a volta, e a lâmina correspondente ao limite superior não possa ser introduzida em nenhum ponto.
 3. apertar os parafusos de travamento até que sua ponta fique apoiada na tampa do motor. Não apertar em demasia.
 4. apertar firmemente as contraporcas.
 5. fazer verificação final do entreferro, procedendo as medições conforme o item 2.
 6. recolher a cinta de proteção.
 7. recolocar a tampa defletora, fixando com os parafusos.

Intervalos para inspeção e reajustagem do entreferro

O intervalo de tempo entre as reajustagens periódicas do entreferro, ou seja, o número de operações de frenagem até que o desgaste das pastilhas leve o entreferro ao seu valor máximo, depende da carga, das condições de serviço, das impurezas do ambiente de trabalho, etc. O intervalo ideal poderá ser determinado pela manutenção, observando-se o comportamento prático do motofreio nos primeiros meses de funcionamento, nas condições reais de trabalho. O desgaste das pastilhas depende do momento de inércia da carga acionada.

17.6 Placa de identificação

A placa de identificação contém as informações que determinam as características normais e de desempenho dos motores; que são definidas pela NBR-7094.

Codificação - LINHA WEG MOTORES LTDA.

A codificação do motor elétrico WEG é expressa na 1ª linha de placa de identificação.

WEG ALTO **Plus** RENDIMENTO NBR7094

~ 3 90L 03/99 FB90702

MOTOR INDUCAO - GAIOLA / INDUCTION MOTOR-SQUIRREL CAGE Hz 60 CAT N

KW(HP-cv) 2.2(3.0) RPM min⁻¹ 1730

FS SF 1.15 ISOL INSL B Δ† K Ip/In 6.7 IP55

220/380/440 V 8.40/4.86/4.20 A

REG DUTY S 1 MAX AMB ALT m

220 V 380 V 440 V

Y - ONLY START / SOMENTE PARTIDA

→ 6205-ZZ A BASE DE LITIO kg
→ 6204-ZZ

03330 INMETRO PNCEE REND.% = 85.5% COS φ 0.81 CE

Figura 17.6 - Placa de identificação

Exemplo:

	~ 3	90L	0399	FB90702
Nº de fases				
Carcaça				
Mês e ano de fabricação				
Número de série				

17.7 Armazenagem

Os motores não devem ser erguidos pelo eixo, mas sim pelo olhal de suspensão localizados na carcaça. O levantamento ou depósito deve ser suave, sem choques, caso contrário, os rolamentos podem ser danificados. Se os motores não forem imediatamente instalados, devem ser armazenados em local seco, isento de poeira, gases, agentes corrosivos, dotados de temperatura uniforme, colocando-os em posição normal e sem encostar neles outros objetos.

Motores armazenados por um período prolongado, poderão sofrer queda da resistência de isolamento e oxidação nos rolamentos.

Os mancais e o lubrificante merecem importantes cuidados durante o período de armazenagem.

Permanecendo o motor inativo, o peso do eixo do rotor tende a expulsar a graxa para fora da área entre as superfícies deslizantes do rolamento, removendo a película que evita o contato metal-com-metal.

Como prevenção contra a formação de corrosão por contato nos rolamentos, os motores não deverão permanecer nas proximidades de máquinas que provoquem vibrações, e os eixos deverão ser girados manualmente pelo menos uma vez por mês.

Recomenda-se na **armazenagem de rolamentos**:

- O ambiente deverá ser seco, umidade relativa não superior a 60 %;
- Local limpo, com temperatura entre 10 °C e 30 °C;
- Empilhamento máximo de 5 caixas;
- Longe de produtos químicos e canalização de vapor, água ou ar comprimido;
- Não depositá-los sobre estrados de madeira verde, encostá-los em parede ou chão de pedra;
- Fazer rodízio de estoque; os rolamentos mais antigos devem ser utilizados primeiro;
- Rolamento de dupla blindagem não podem permanecer por mais de dois anos em estoque.

Com relação a **armazenagem de motores**:

- Para motores montados e em estoque, devem ter seus eixos periodicamente girados pelo menos uma vez por mês para renovar a graxa na pista do rolamento.
 - Com relação à resistência de isolamento, é difícil prescrever regras fixas para seu valor real uma vez que ela varia com o tipo, tamanho, tensão nominal, qualidade e condições do material isolante usado, método de construção e os antecedentes da construção da máquina.
- Recomenda-se que sejam feitos registros periódicos que serão úteis como referência para se tirar conclusões quanto ao estado em que a máquina se encontra.

17.8 Falhas em motores elétricos

Análise de causas e defeitos de falhas em motores elétricos

DEFEITO	POSSÍVEIS CAUSAS
MOTOR NÃO CONSEGUE PARTIR	<ul style="list-style-type: none"> - Graxa em demasia - Excessivo esforço axial ou radial da correia - Eixo torto - Conexão errada - Numeração dos cabos trocada - Carga excessiva - Platinado aberto - Capacitor danificado - Bobina auxiliar interrompida
BAIXO TORQUE DE PARTIDA	<ul style="list-style-type: none"> - Ligação interna errada - Rotor falhado ou descentralizado - Tensão abaixo do normal - Frequência abaixo ou acima da nominal - Capacitância abaixo da especificada - Capacitores ligados em série ao invés de paralelo
CONJUGADO MÁXIMO BAIXO	<ul style="list-style-type: none"> - Rotor falhado ou descentralizado - Rotor com inclinação de barras acima do especificado - Tensão abaixo da nominal - Capacitor permanentemente abaixo do especificado
CORRENTE ALTA A VAZIO	<ul style="list-style-type: none"> - Entreferro acima do especificado - Tensão acima do especificado - Frequência abaixo do especificado - Ligação interna errada - Rotor descentralizado ou arrastando - Rolamentos com defeito - Tampas com muita pressão ou mal encaixadas - Chapas magnéticas sem tratamento - Capacitor permanente fora do especificado - Platinado/centrífugo não abrem
CORRENTE ALTA EM CARGA	<ul style="list-style-type: none"> - Tensão fora da nominal - Sobrecarga - Frequência fora da nominal - Correias muito esticadas - Rotor arrastando no estator
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO BAIXA	<ul style="list-style-type: none"> - Isolantes de ranhura danificados - Cabinhos cortados - Cabeça de bobina encostando na carcaça - Presença de umidade ou agentes químicos - Presença de pó sobre o bobinado
AQUECIMENTO DOS MANCAIS	<ul style="list-style-type: none"> - Excessivo esforço axial ou radial da correia - Eixo torto - Tampas frouxas ou descentralizadas - Falta ou excesso de graxa - Matéria estranha na graxa

DEFEITO	POSSÍVEIS CAUSAS
SOBREAQUECIMENTO DO MOTOR	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilação obstruída. - Ventilador menor - Tensão ou frequência fora do especificado - Rotor arrastando ou falhado - Estator sem impregnação - Sobrecarga - Rolamento com defeito - Partidas consecutivas - Entreferro abaixo do especificado - Capacitor permanente inadequado - Ligações erradas
ALTO NÍVEL DE RUÍDO	<ul style="list-style-type: none"> - Desbalanceamento - Eixo torto - Alinhamento incorreto - Rotor fora de centro - Ligações erradas - Corpos estranhos no entreferro - Objetos presos entre o ventilador e a tampa defletora - Rolamentos gastos - Combinação de ranhuras inadequadas - Aerodinâmica inadequada
VIBRAÇÃO EXCESSIVA	<ul style="list-style-type: none"> - Rotor fora de centro, falhado, arrastando ou desbalanceado - Desbalanceamento na tensão da rede - Rolamentos desalinhados, gastos ou sem graxa - Ligações erradas - Mancais com folga - Eixo torto - Folga nas chapas do estator - Uso de grupos fracionários em bobinagem de motor monofásico de capacitor permanente

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Ao adquirir um motor elétrico WEG você está obtendo, também um incomparável “know-how” desenvolvido ao longo dos anos de existência da empresa. E passa a contar, durante toda a vida útil do motor, com os nossos serviços autorizados. São cerca de 300 oficinas autorizadas, cuidadosamente selecionadas e racionalmente distribuídas pelo território brasileiro, e em mais de cinquenta países.

Os Assistentes Técnicos Autorizados WEG possuem peças originais para reposição. São profissionais treinados em nossas unidades fabris, para garantir a eficiência e o elevado padrão de qualidade do seu motor elétrico WEG.