



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 7914, NBR 5418, VDE 165, NEC - 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:

$$F1 = 0.5 \cdot g \cdot G - (4 \cdot Cmáx / A)$$

$$F2 = 0.5 \cdot g \cdot G + (4 \cdot Cmáx / A)$$

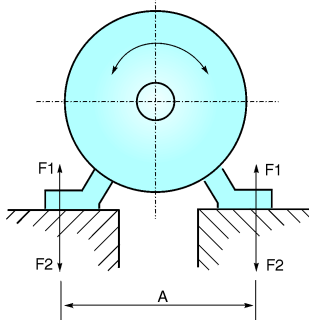


Figura 13.1 - Esforços sobre a base

Onde :

- F1 e F2 - Esforços de um lado
- g - Aceleração da gravidade (9.8 m/s²)
- G - Peso do motor (Kg)
- Cmáx - 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:

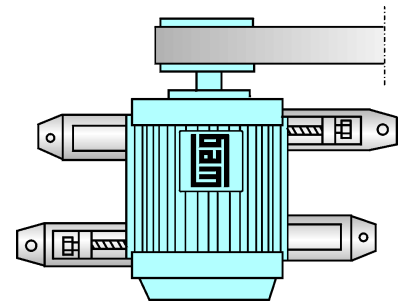


Figura 13.2 - Posicionamento dos trilhos para alinhamento do motor

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.

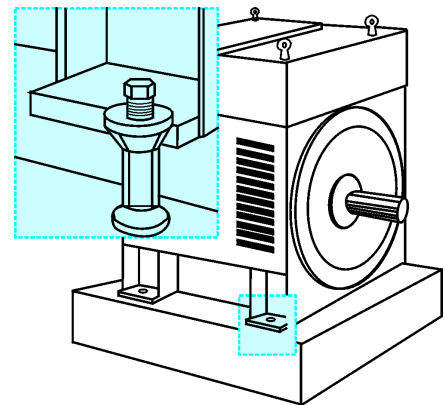


Figura 13.3 - Motor montado em base de concreto com chumbadores

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.

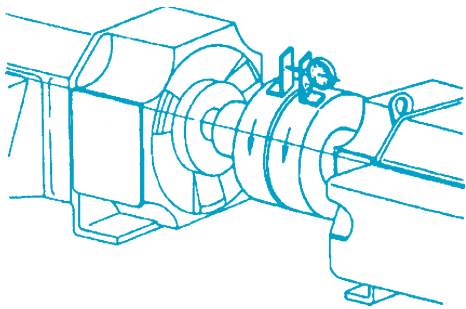


Figura 13.4 - Desvio de paralelismo

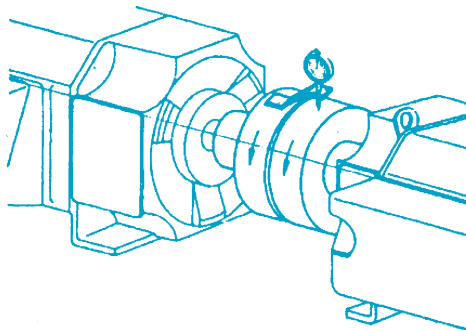


Figura 13.5 - Desvio de concentricidade

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 freqüentemente 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.

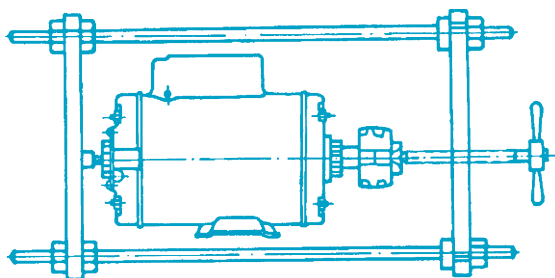


Figura 13.6 - Dispositivo para montagem de polias

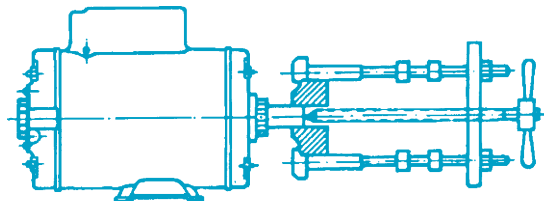
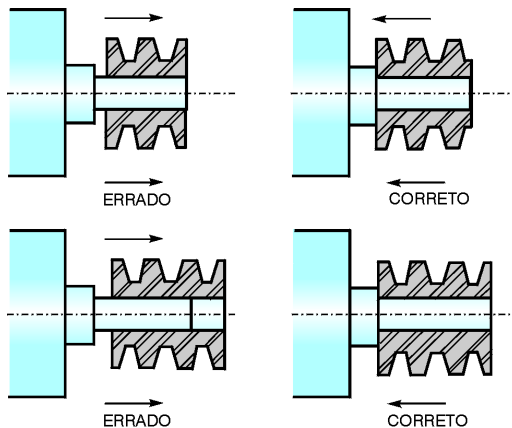


Figura 13.7 - Dispositivo para a remoção de polias

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

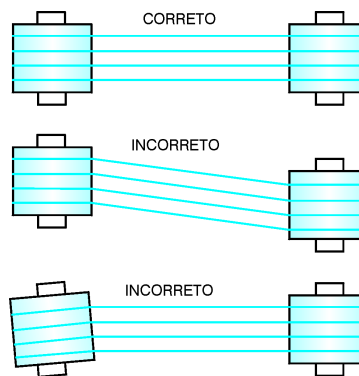
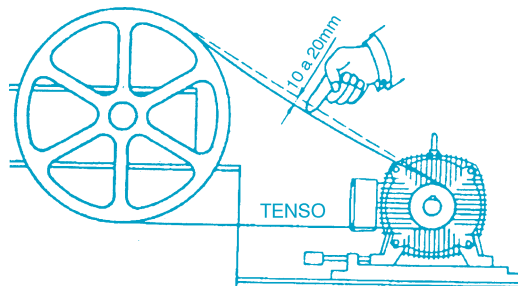


Figura 13.10 - Tensões na correia



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 e 13.2b 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 | | | | | | | |
|----------------------|------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Carcaça | Rolamentos | MEDIDA X (mm) | | | | | |
| | | 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) 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 (Kgf) - 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 | — | — |

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) ABN - 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

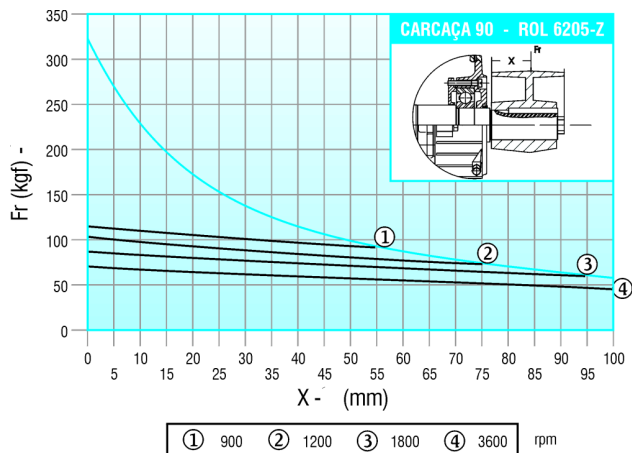
| CARGA MÁXIMA AXIAL ADMISSÍVEL (Kgf) - F = 60 H | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| C A R C A Ç A | POSIÇÃO / FORMA CONSTRUTIVA | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | II | IV | II | IV | II | IV | II | IV |
| 56 A | 30 | 40 | 37 | 50 | 28 | 38 | 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

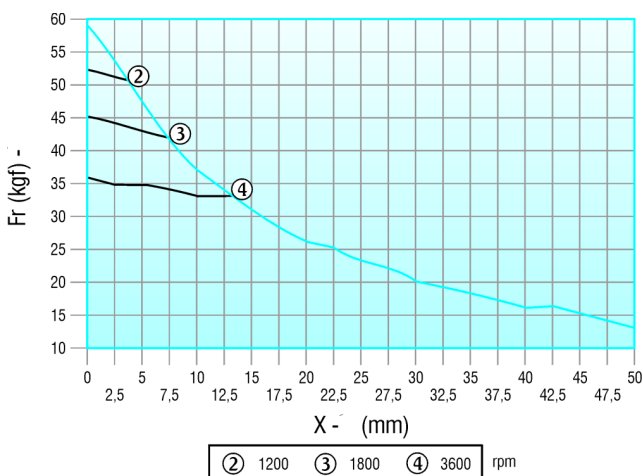


1. Carga máxima radial sobre o eixo
 2. Carga máxima radial sobre os rolamentos
- Onde: X - Metade da largura da polia (mm)
 Fr - Força máxima radial em função do diâmetro e da largura da polia
- Exemplo:
 Verificar se o motor 4cv, 11 pólos, 60Hz, suporta um esforço radial de 50kgf, sendo a largura de polia de 100mm.

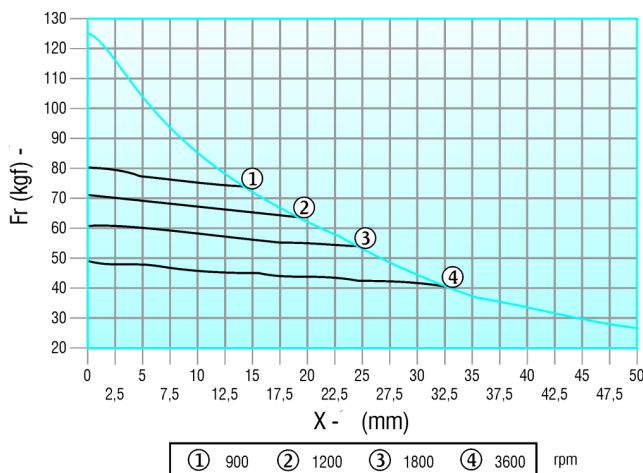
Carcaça : 90L
 Fr : 50Kgf
 X : 50mm

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.

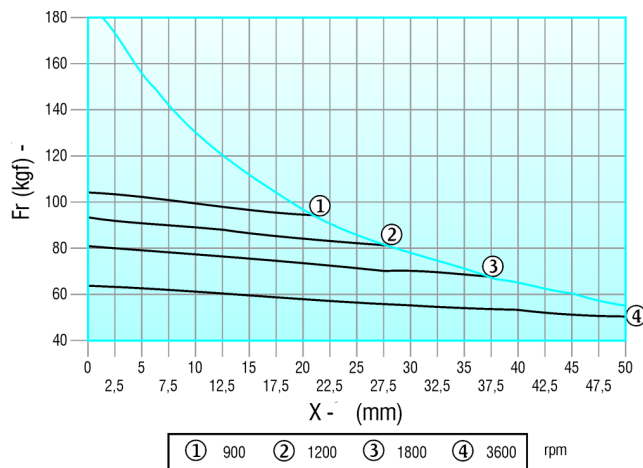
Carcaça 63



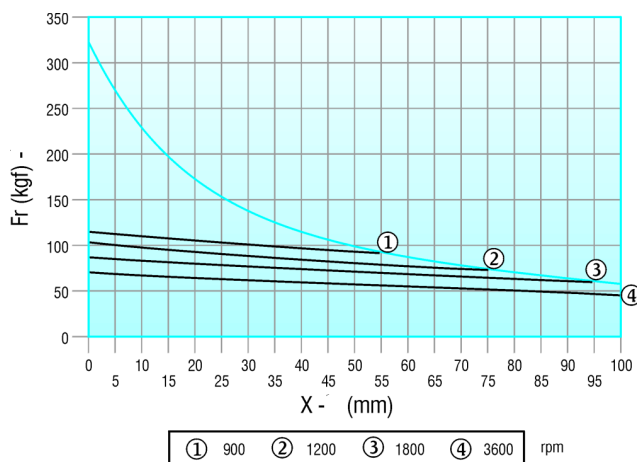
Carcaça 71



Carcaça 80

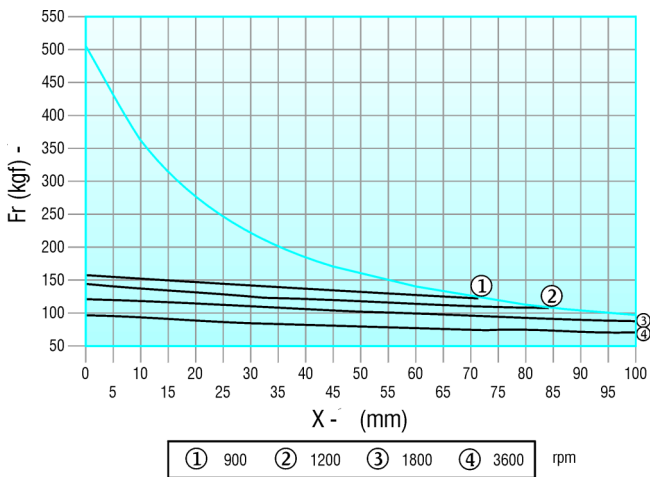


Carcaça 90

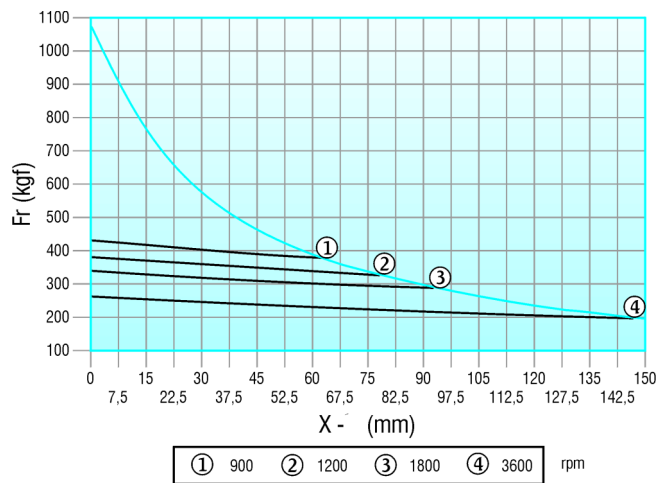


INSTALAÇÃO

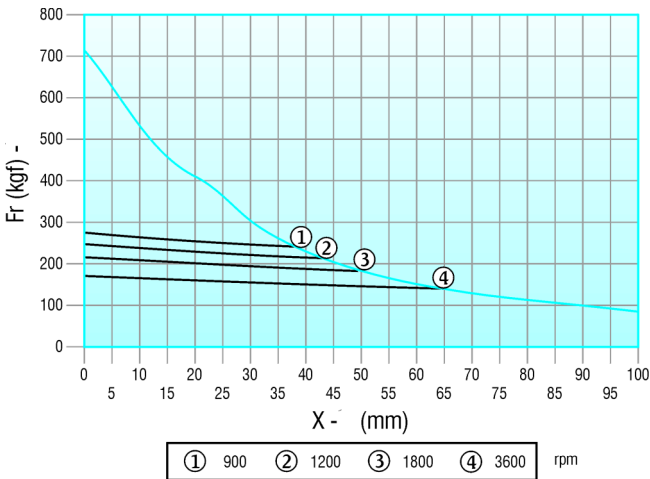
Carcaça 100



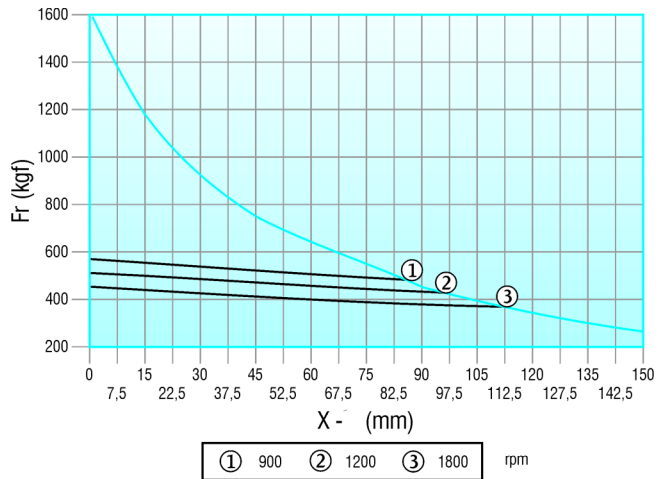
Carcaça 160



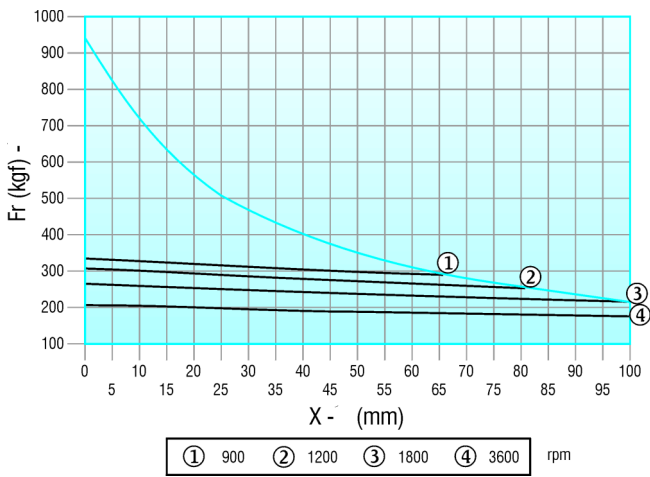
Carcaça 112



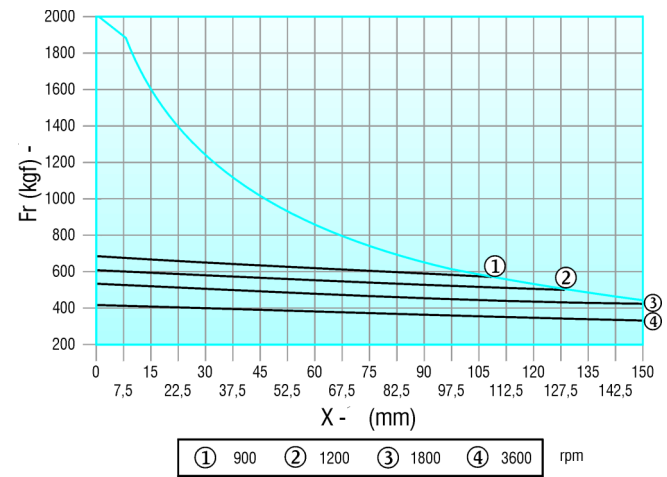
Carcaça 180



Carcaça 132

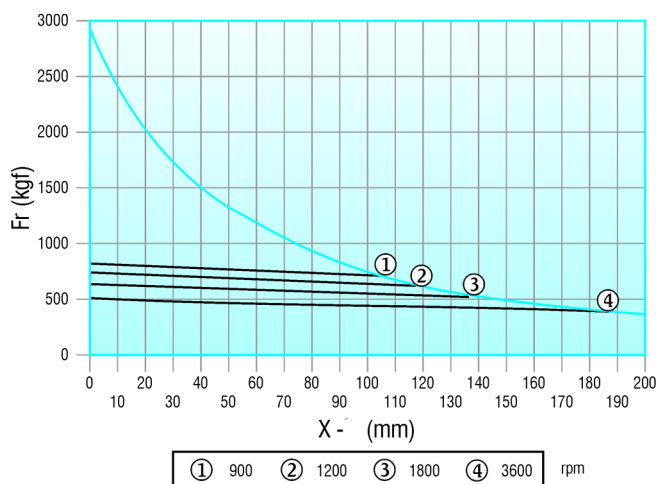


Carcaça 200

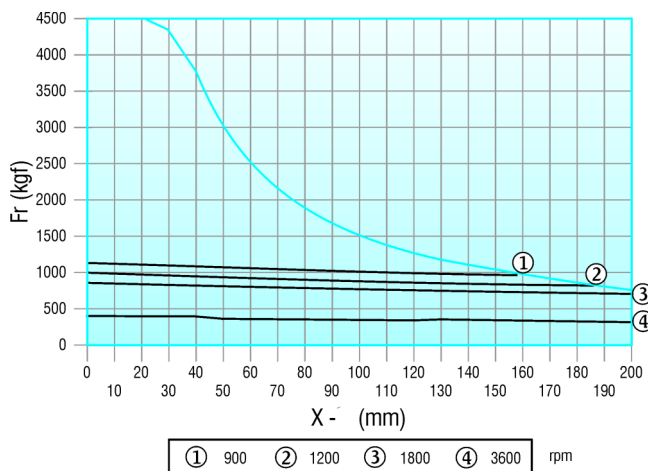


INSTALAÇÃO

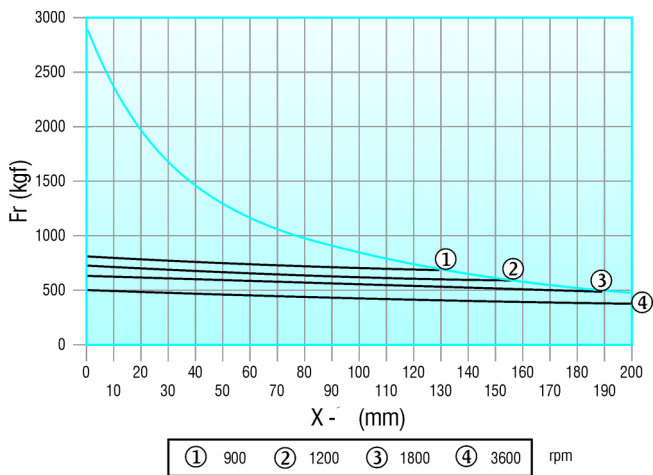
Carcaça 225



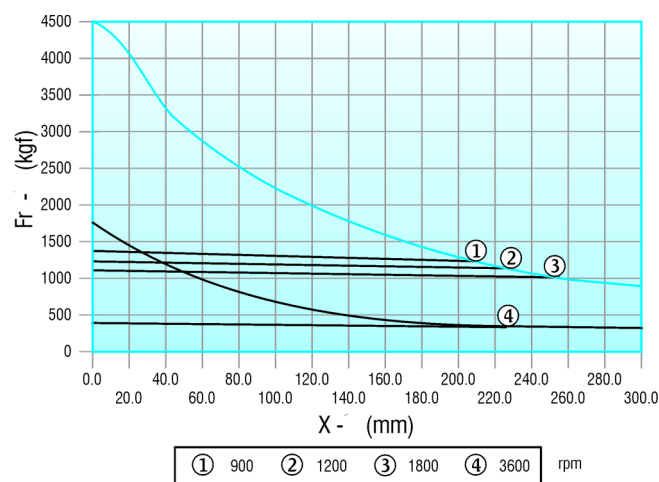
Carcaça 315



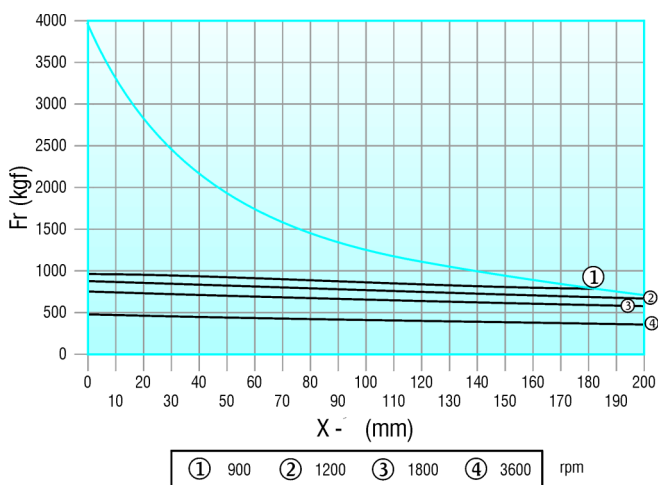
Carcaça 250



Carcaça 355



Carcaça 280



INSTALAÇÃO

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

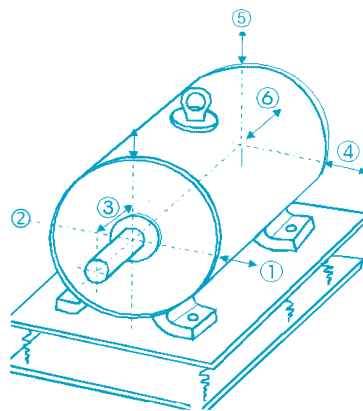


Figura 13.11 - Pontos de medição de vibração

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 34-14

| Grau de Vibração | Velocidade rpm da máquina | Máximo valor eficaz da velocidade de vibração para a altura H do eixo | | |
|--------------------------|---------------------------|---|-----------|-----------|
| | | 56 a 132 | 160 a 225 | 250 a 400 |
| | | mm/s | mm/s | mm/s |
| N ¹⁾ (normal) | 600 a 1800 | 1,8 | 1,8 | 2,8 |
| | 1800 a 3600 | 1,8 | 2,8 (2,8) | 4,5 (3,5) |
| R (reduzida) | 600 a 1800 | 0,71 | 1,12 | 1,8 |
| | 1800 a 3600 | 1,12 | 1,8 | 2,8 |
| S (especial) | 600 a 1800 | 0,45 | 0,71 | 1,12 |
| | 1800 a 3600 | 0,71 | 1,12 | 1,8 |

1) Os valores entre parênteses referem-se à IEC34-14

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 (1993).

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 da tabela por $\sqrt{2}$.
- 2 - Os valores da tabela acima são válidas 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 da tabela se aplicam a ambos os sentidos.
- 4 - A tabela acima não se aplica a máquinas montadas no local de instalação (ver ISO 3945 e ISO 2372), 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 a 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 muito importante que se observe 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).

Procede-se da seguinte maneira para determinar a seção do cabo de alimentação:

Determinar a corrente conforme Norma ABNT NBR - 5410, multiplicando a corrente da placa do motor por 1,25 e, localizar o valor resultante na tabela correspondente.

- Se o condutor alimentar mais de um motor, o valor a ser localizado na tabela deve ser igual a 1,25 vezes a corrente do maior motor somada com a corrente nominal de todos os demais motores.

OBSERVAÇÃO:

Caso o valor calculado de corrente não se encontrar nas tabelas 14.1, 14.1 ou 14.3, o valor a ser usado deverá ser o primeiro logo acima do 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.

- 1) Dimensionar os condutores para um motor de 15cv, IV pólos, trifásico, 220V, corrente nominal de 40A, localizado a 60m da rede alimentação, com instalação dos cabos em eletrodutos.

Solução:

- a) Corrente a ser localizada: $1,25 \times 40A = 50A$
- b) Valor mais próximo na tabela 6: 55A
- c) Bitola mínima: 6 AWG

Com estes valores da distância de 50m, e corrente de 40A, levados na tabela 6, encontra-se como bitola do condutor o valor 8 AWG

- 2) Tem-se três motores trifásicos, IV pólos, com frequência 60Hz, de 10cv, 30cv e 50cv, que apresentam corrente nominal em 220V de 27A, 74A e 123A, respectivamente. Estes motores serão instalados a 20m, 45m e 60m do ramal. Qual deve ser a bitola do condutor a ser usado para alimentar os motores para o caso de instalação aérea?

Solução:

Localizar na tabela 14.2, o valor correspondente a 1,25 vezes a corrente 275A. A distância a ser considerada deve ser a maior entre as citadas, ou seja, 60m. Portanto, para a tensão de 220V, $1 = 275A$ e a distância de 60m, fazendo-se a intersecção de tensão/distância com a linha correspondente de $1 = 275A$, encontramos a bitola mínima de 4/0 AWG.

- 3) 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?

Solução:

O serviço é do tipo intermitente, com tempo de serviço de 15 minutos. Deve-se então multiplicar o valor da corrente nominal pelo fator 0,85 da tabela 14.4.

$$1 = I_n \times 0,85$$

$$1 = 38 \times 0,85$$

$$1 = 32,3 A$$

- 4) Tem-se um motor trifásico, 60cv, VIII pólos, 220/380V, com corrente nominal de 156A, instalados a 80m do ponto de tomada de energia da rede. Qual deverá ser o cabo a ser usado para alimentar este motor sabendo-se que a instalação será feita por condutores aéreos.

Solução:

$$1 = 1,25 \times 156 = 195A$$

Assim temos então: $1 = 195A$, $d = 80m$, devemos então ir até a tabela 14.2, localizando primeiro o ponto da tensão e distância, em seguida localizar o valor de corrente mais próximo do calculado, que neste caso, é 225A. Indo para a direita e cruzando com a coluna, distância e tensão, chegaremos ao fio que é de 3/0 AWG.

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 da carga, assegurando um trabalho contínuo e uma maior vida útil de todo o equipamento.

Maiores informações, favor consultar o item 5.2 - Proteção térmica de motores elétricos.

Tabela 14.1 - Bitola de fios e cabos para instalação de motores monofásicos

| 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 condutor (eletroduto) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 55 | 70 | 95 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 |
| 5 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 8 | | |
| 10 | 14 | 14 | 14 | 14 | 12 | 12 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | | |
| 15 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 2 | | |
| 20 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 2 | | |
| 30 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | | |
| 40 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | 2/0 | | |
| 55 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 2/0 | | |
| 70 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | 1/0 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | | |
| 95 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 2/0 | 3/0 | 3/0 | 4/0 | 250M | | |

Tabela 14.2 - Bitola de fios e cabos para instalação de motores trifásicos condutores aéreos espaçados 25cm (queda de tensão < 5%)

| 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 (condutor) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15 | 20 | 30 | 40 | 55 | 70 | 100 | 130 | 175 | 225 | 275 | 320 | 12 | 10 | 8 | 6 |
| 15 | 14 | 14 | 14 | 12 | 12 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 4 | | |
| 20 | 14 | 14 | 12 | 12 | 10 | 10 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 4 | 4 | 2 | | |
| 30 | 14 | 12 | 10 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1/0 | | |
| 40 | 12 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1/0 | 2 | 1/0 | 2/0 | | |
| 55 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2/0 | 2/0 | 3/0 | -- | | |
| 70 | 8 | 8 | 6 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | 1/0 | 4/0 | 3/0 | -- | -- | | |
| 100 | 6 | 6 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2/0 | 2/0 | 3/0 | 4/0 | -- | -- | -- | -- | | |
| 130 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1/0 | 1/0 | 4/0 | 4/0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | | |
| 175 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | 2/0 | 3/0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | | |
| 225 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 2/0 | 3/0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | | |
| 275 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 4/0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | | |
| 320 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | 4/0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | | |

INSTALAÇÃO

Tabela 14.3 - Bitola de fios e cabos para instalação de motores elétricos trifásicos queda de tensão < 5% (em eletrodutos)

| Tensão (V) | Distância do motor ao centro de distribuição (metros) | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 110 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 125 |
| 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 condutor (em eletroduto) | | | | | | | | | | | |
| | 15 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 |
| 20 | 12 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 |
| 30 | 10 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 40 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1/0 |
| 55 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | 1/0 | 1/0 |
| 70 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 2/0 | 2/0 |
| 95 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 2/0 | 3/0 | 4/0 |
| 125 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 3/0 | 3/0 | 4/0 | 250M |
| 145 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 3/0 | 3/0 | 4/0 | 250M | 300M |
| 165 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | 4/0 | 4/0 | 250M | 350M |
| 195 | 4/0 | 4/0 | 4/0 | 4/0 | 4/0 | 4/0 | 4/0 | 4/0 | 250M | 250M | 300M | 350M |
| 215 | 250M | 250M | 250M | 250M | 250M | 250M | 250M | 250M | 250M | 300M | 350M | 400M |
| 240 | 300M | 300M | 300M | 300M | 300M | 300M | 300M | 300M | 300M | 300M | 400M | 500M |
| 265 | 350M | 350M | 350M | 350M | 350M | 350M | 350M | 350M | 350M | 350M | 500M | 500M |
| 280 | 400M | 400M | 400M | 400M | 400M | 400M | 400M | 400M | 400M | 400M | 400M | -- |
| 320 | 500M | 500M | 500M | 500M | 500M | 500M | 500M | 500M | 500M | 500M | 500M | -- |

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 |