
**Equipamentos de elevação e movimentação de
carga — Regras para projeto
Parte 4: Equipamento elétrico**

*Lifting appliances — Rules for design
Part 4: Electrical equipment*

ICS 53.020

ISBN 978-85-07-08090-9



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 8400-4:2019
34 páginas

© ABNT 2019



© ABNT 2019

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	vi
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Símbolos e abreviaturas	2
4 Alimentação do equipamento	5
4.1 Generalidades.....	5
4.2 Secionamento e dispositivos de segurança.....	6
4.3 Barramentos, enrolador de cabos e cabos flexíveis	6
5 Instalação de cabos e condutores.....	6
5.1 Dimensionamento da seção nominal dos condutores	6
5.1.1 Cálculo da seção nominal em relação à queda de tensão admissível.....	7
5.1.2 Cálculo da seção nominal em relação à capacidade de corrente	8
5.1.3 Sobrecarga.....	9
5.1.4 Curto-circuito.....	10
5.1.5 Seção mínima dos condutores	10
5.2 Condições de instalação	10
6 Equipamentos de proteção e segurança elétrica.....	11
6.1 Proteção contra sobrecarga dos motores	11
6.2 Proteção contra ausência ou inversão de fase	11
6.3 Ação dos dispositivos de segurança	11
6.4 Proteção contra efeitos de descargas atmosféricas	11
7 Dispositivos de limitação e indicadores	12
7.1 Requisitos gerais	12
7.2 Proteção de sobrevelocidade do motor.....	12
8 Controles.....	13
8.1 Componentes	13
8.1.1 Relés e contatores	13
8.1.2 Banco de resistências	13
8.2 Localização e montagem dos painéis elétricos	14
8.3 Tipos de comando do equipamento de elevação	14
8.3.1 Energização	14
8.3.2 Cabine de comando	14
8.3.3 Comando por botoeira pendente.....	14
8.3.4 Comando remoto.....	14
8.4 Comando dos freios mecânicos	15
9 Ambiente	15
9.1 Ambientes potencialmente explosivos	15
9.2 Compatibilidade eletromagnética (EMC)	15
10 Seleção de motores	16
10.1 Critérios para a seleção do motor (ver ABNT NBR IEC 60034-1)	16
10.1.1 Grau de proteção (ver ABNT NBR IEC 60034-5)	17

10.1.2	Cálculo térmico do motor.....	17
10.1.3	Motores tipo gaiola com partida direta	19
10.1.4	Correção da potência em função da temperatura ambiente e altitude	20
10.1.5	Fator de duração cíclica e número de ciclos de trabalho por hora.....	21
10.2	Motores para movimentos verticais	22
10.2.1	Determinação da potência e torque requerido	22
10.2.2	Fator de duração cíclica e número de ciclos por hora	22
10.3	Motores para movimentos horizontais	24
10.3.1	Determinação do torque requerido	25
10.3.2	Fator de duração cíclica e número de ciclos por hora	26
10.3.3	Rotação	26
10.3.4	Variação da distância da carga	26
10.4	Seleção dos acionamentos para trabalho com inversor de frequência	27
10.4.1	Generalidades.....	27
10.4.2	Uso de enfraquecimento de campo.....	29
10.4.3	Dimensionamento térmico	29
10.4.4	Crítérios de seleção para movimentos verticais.....	29
10.4.5	Crítérios de seleção para movimentos horizontais	30
11	Meios para içamento de carga	30
11.1	Fornecimento de corrente	30
11.2	Dispositivos para elevação de carga	30
11.2.1	Eletroímã de içamento	31
11.3	Caçambas	31
11.4	Equipamento para rotação de carga	31
12	Manutenção e verificações.....	31
12.1	Manutenção	31
12.2	Verificações	32
12.2.1	Verificações regulares	32
12.2.2	Verificação do equipamento antes da colocação em serviço.....	33
13	Equipamento elétrico auxiliar	33
13.1	Iluminação.....	33
13.1.1	Cabine	33
13.1.2	Área de trabalho	33
13.1.3	Acesso.....	33
13.1.4	Emergência.....	33
13.2	Aquecimento e ar condicionado.....	34
13.2.1	Sala elétrica ou painéis de acionamento	34
13.2.2	Cabine	34
13.2.3	Circuito auxiliar	34

Figuras

Figura 1 – Diagrama de torques para 2 ciclos de operações diferentes.....	18
Figura 2 – Fator de correção da potência em função da altitude	21
Figura 3 – Curva de torque dos motores com aplicação de inversores de frequência.....	28

Tabelas

Tabela 1 – Constante de tempo.....	9
Tabela 2 – Zona de atuação para disjuntores.....	10
Tabela 3 – Zona de fusão para fusíveis tipo gG e gM.....	10
Tabela 4 – Indicações para o número de ciclos por hora e o fator de duração cíclica para movimentos verticais.....	23
Tabela 5 – Indicações para o número de ciclos por hora e o fator de duração cíclica para movimentos horizontais.....	26



Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

A ABNT NBR 8400-4 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos (ABNT/CB-004), pela Comissão de Estudo de Equipamentos de Elevação de Carga (CE-004:010.001). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 03, de 12.03.2019 a 13.05.2019.

A ABNT NBR 8400-4 é baseada na FEM 1001 (10.1998), *Section I – Heavy lifting appliances – Rules for design of hoisting appliances da Fédération Européenne de la Manutention (FEM)*.

A ABNT NBR 8400-4 cancela e substitui a ABNT NBR 8400:1987.

A ABNT NBR 8400, sob o título geral “*Equipamentos de elevação e movimentação de carga – Regras para projeto*”, tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Classificação e cargas sobre estruturas e mecanismos;
- Parte 2: Verificação das estruturas ao escoamento, fadiga e estabilidade;
- Parte 3: Verificação à fadiga e seleção de componentes dos mecanismos;
- Parte 4: Equipamento elétrico;
- Parte 5: Cargas para ensaio e tolerâncias de fabricação.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 8400-4 é o seguinte:

Scope

This Standard sets out the conditions to be met by low voltage electrical installations for lifting appliances, to ensure the safety of persons, the proper functioning of the installation and the preservation of assets.

This Standard applies to electric circuits of lifting appliances supplied with a rated voltage of 1 000 V or less in alternating current.

This Standard applies to installations in new equipment's and to retrofitting of existing equipment's.

NOTE Modifications to, for example, accommodate new electrical equipment or replace existing equipment, do not necessarily characterize a general overhaul of the equipment installation.

The application of this Standard does not exempt compliance with other complementary Standards applicable to specific installations and locations.

Following appliances are not covered by this Standard:

- *mobile jib cranes on pneumatic or solid rubber tyres, crawler tracks, lorries, trailers and brackets;*
- *series lifting equipment;*
- *electric hoists;*
- *pneumatic hoists;*
- *accessories for lifting;*
- *hand operated chain blocks;*
- *elevating platforms, work platforms, dock levellers;*
- *winches;*
- *jacks, tripods, combined apparatus for pulling and lifting;*
- *stacker cranes;*
- *bulk solid handling equipment.*



Equipamentos de elevação e movimentação de carga — Regras para projeto

Parte 4: Equipamento elétrico

1 Escopo

Esta Norma estabelece as regras para instalações elétricas de baixa tensão de equipamentos de elevação e movimentação de carga a fim de garantir a segurança das pessoas, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

Esta Norma aplica-se aos circuitos elétricos de equipamentos de elevação e movimentação de carga alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1 000 V em corrente alternada.

Esta Norma aplica-se às instalações em equipamentos de elevação e movimentação de cargas novos e às reformas em equipamentos existentes.

NOTA Modificações destinadas a, por exemplo, acomodar novos equipamentos elétricos, ou substituir equipamentos existentes, não caracterizam necessariamente uma reforma geral da instalação do equipamento.

Esta Norma não se aplica aos seguintes equipamentos:

- guindastes móveis com lança sobre pneus de borracha sólida ou pneumáticos, esteiras de lagartas, caminhões e reboques;
- equipamentos de elevação produzidos em série;
- talhas elétricas;
- talhas pneumáticas;
- acessórios para içamento;
- talhas manuais;
- plataformas de elevação, plataformas de trabalho;
- guinchos;
- macacos, tripés, aparelhos combinados para tração e içamento;
- empilhadeiras;
- equipamentos de manuseio de materiais a granel.

2 Referências normativas

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este Documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 8400-1:2019, *Equipamentos de elevação e movimentação de carga – Regras para projeto – Classificação e cargas sobre estruturas e mecanismos*

ABNT NBR 5410:2004, *Instalações elétricas de baixa tensão*

ABNT NBR 10898, *Sistema de iluminação de emergência*

ABNT NBR 15958:2011, *Regras de segurança para projeto de equipamentos de elevação de carga*

ABNT NBR ISO IEC 8995-1, *Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior*

ABNT NBR IEC 60034-5, *Máquinas elétricas girantes – Parte 5: Graus de proteção proporcionados pelo projeto completo de máquinas elétricas girantes (Código IP) – Classificação*

ABNT NBR IEC 60079-14, *Atmosferas explosivas – Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas*

ABNT NBR NM 60898, *Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares*

ABNT NBR IEC 60947-1:2013, *Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão – Parte 1: Regras gerais*

ABNT NBR IEC 60947-2, *Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão – Parte 2: Disjuntores*

ISO 10245-1, *Cranes – Limiting and indicating devices – Part 1: General*

ISO 12480-1, *Cranes – Safe use – Part 1: General*

IEC 60034-1:2017, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60204-32:2008, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Requirements for hoisting machines*

IEC 60269-1, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-2, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to K*

EN 12644-1, *Cranes – Information for use and testing – Part 1: Instructions*

EN 13557:2009, *Cranes – Controls and control stations*

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

DIN EN 12077-2, *Cranes safety – Requirements for health and safety – Part 2: Limiting and indicating devices (includes Amendment A1:2008)*

3 Símbolos e abreviaturas

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes símbolos e abreviaturas.

Símbolo	Unidade	Designação
I_D	A	Corrente de partida
I_N	A	Corrente nominal
I_B	A	Corrente de projeto/requerida
S	mm ²	Seção nominal do condutor
l	m	Comprimento efetivo da linha
I	A	Soma das correntes
$\cos\varphi$	–	Fator de potência
ΔU	V	Queda de tensão admissível
K	m/Ω × mm ²	Condutividade elétrica do condutor
n	–	Número de motores ligados em paralelo
I_Z	A	Capacidade de condução de corrente do condutor (ver Tabelas 36 a 39 da ABNT NBR 5410)
$f_1 \dots f_n$	–	Fator de correção
T_a	min	Período ativo (Período em que o condutor permanece carregado)
T_i	min	Período inativo (Período em que o condutor permanece descarregado)
f_{ED}	–	Fator de sobrecarga
T	–	Constante de tempo térmico
I_2	A	Corrente convencional de atuação para disjuntores ou corrente de fusão para fusíveis
I_{cc}	A	Corrente de curto-circuito presumida simétrica
t	s	Tempo de duração do curto-circuito
k	–	Constante que depende do tipo de condutor (ver Tabela 30 da ABNT NBR 5410)
I_{CN}	A	Capacidade de interrupção do dispositivo de proteção
M_{med}	N.m	Torque equivalente médio
$M_1 \dots M_n$	N.m	Torques calculados, considerando todas as forças de inércia, incluindo a massa do rotor do motor
$t_1 \dots t_n$	s	Períodos de tempo com diferentes valores de torque, desconsiderando períodos com o mecanismo parado
P_{med}	kW	Potência equivalente média
n_m	rpm	Rotação do motor
C_k	–	Fator de correção relacionado ao tipo de motor
η_N	–	Rendimento do motor na potência nominal
P_N	kW	Potência nominal do motor em regime contínuo (S1)

Símbolo	Unidade	Designação
T_{tot}	s	Tempo total do ciclo, fornecido pela expressão: $t_N + t_E + t_r$
η_{mcy}	–	Rendimento do motor na potência P_{mcy}
P_{mcy}	kW	Potência do motor no ciclo, fornecido pela expressão: $M_{\text{mcy}} \times \eta_{\text{mcy}} / 9\,550$
t_N	s	Tempo de operação em velocidade constante durante um ciclo
t_E	s	Tempo equivalente de partida e frenagem durante um ciclo, fornecido pela expressão: $(\pi / 30) \times \eta_{\text{mcy}} \times J / M_{\text{acc}} / (d_{\text{ccy}} + 0,5 \times d_{\text{icy}} + 3 \times f_{\text{cy}})$
J	kg.m ²	Inércia total das massas em movimento referida ao eixo do motor
t_r	S	Tempo de repouso (inatividade) total durante um ciclo
M_{mcy}	N.m	Torque de resistência média calculado da mesma maneira que M_{med} em 10.1.2.1, desconsiderando os ciclos de partida e frenagem
M_{acc}	N.m	Torque de aceleração médio, fornecido pela expressão: $M_{\text{Dmcy}} - M_{\text{mcy}}$
d_{ccy}	–	Número de partidas completas durante um ciclo
d_{icy}	–	Número de impulsos durante um ciclo
f_{cy}	–	Número de frenagens elétricas durante um ciclo
M_{Dmcy}	N.m	Torque de partida médio do motor
P'_{med}	kW	Potência nominal requerida em função da altitude e temperatura ambiente
P_{med}	kW	Potência nominal requerida (sem correção)
k	–	Fator de correção em função da temperatura ambiente e da altitude
P'_{mcy}	kW	Potência nominal requerida em função da altitude e temperatura ambiente
P_{mcy}	kW	Potência nominal requerida (sem correção)
ED	%	Fator de duração do ciclo
$P_{\text{Nmáx.}}$	kW	Potência nominal máxima
L	N	Força nominal máxima de elevação
V_L	m/s	Velocidade de elevação
η	–	Rendimento do mecanismo
$M_{\text{Nmáx.}}$	N.m	Torque nominal máximo
$MP_{\text{mín.}}$	N.m	Torque mínimo do motor durante a partida
$M_{\text{máx.}}$	N.m	Torque máximo que pode ser desenvolvido pelo motor quando em operação
$M_1 \dots M_n$	N.m	Torques calculados, considerando todas as forças de inércia, incluindo a massa do rotor do motor
a	m/s ²	Aceleração (Velocidade constante $a = 0$)

Símbolo	Unidade	Designação
m	kg	Massa equivalente de todas as partes em movimento, excluindo a carga, fornecida pela expressão: $m_0 + m_{\text{rot}} \times \eta$
m_L	kg	Massa da carga içada
W_0	N	Resistência de deslocamento total (sem vento)
v	m/s	Velocidade de deslocamento
m_0	kg	Massa de todos os elementos, excluindo a carga
m_{rot}	kg	Massa equivalente da inércia das partes rotativas reduzidas ao movimento linear, fornecida pela expressão: $\Sigma (J \times n_X^2 / v^2) / 91,2$
n_X^2	rpm	Velocidade das massas em rotação
J	kgm ²	Momento de inércia das massas em rotação
W_8	N	Resistência de deslocamento total (com vento de 80 N/m ²)
W_{25}	N	Resistência de deslocamento total (com vento de 250 N/m ²)
n_N	rpm	Rotação nominal do motor
M_{po}	N.m	Torque máximo do motor
$M_{i,\text{máx.}}$	N.m	Torque máximo encontrado entre M_1 a M_n

4 Alimentação do equipamento

4.1 Generalidades

O sistema de alimentação deve estar conforme a IEC 60204-32:2008, 4.3. A variação de tensão no ponto de alimentação não pode passar de -5% ... $+5\%$ da tensão nominal sob condições operacionais normais. Em aplicações com distâncias de cabeamento muito longas, pode ser necessário limitar a variação de tensão ainda mais. A porcentagem de queda de tensão permitida ao longo do sistema de alimentação deve ser considerada caso a caso. É recomendado que os detalhes deste sistema sejam acordados entre o fornecedor e o cliente.

O tipo de aterramento da fonte de alimentação (ver ABNT NBR 5410) pode ter efeitos significativos nos requisitos da eletrificação dos equipamentos de elevação e movimentação de carga. O tipo de aterramento a ser considerado deve ser informado pelo cliente. Nos casos onde o tipo de fonte de alimentação for TN (exceto TN-S) com neutro solidamente aterrado, o equipamento normalmente irá operar corretamente.

Se o tipo de fonte de alimentação for esquema IT, algumas restrições devem ser consideradas, por exemplo, equipamento projetado para alimentação TN (exceto TN-S) pode incorporar componentes para filtragem EMC, que podem:

- não suportar a tensão de fase para terra ou sistemas IT durante a falha de aterramento;
- introduzir altas correntes de fuga inaceitáveis.

NOTA Para o sistema de aterramento IT, não é recomendado que componentes eletrônicos possuam filtros EMC/RFI.

4.2 Secionamento e dispositivos de segurança

Os requisitos para secionamento da alimentação e secionamento do equipamento de elevação são fornecidos na IEC 60204-32:2008, 5.

É recomendado que detalhes do secionamento de alimentação sejam acordados entre o fornecedor e o cliente.

Requisitos adicionais podem ser aplicados, se esses dispositivos forem utilizados em operações de emergência (ver IEC 60204-32:2008, 9.2.5.4).

4.3 Barramentos, enrolador de cabos e cabos flexíveis

As seguintes seções da IEC 60204-32:2008 estabelecem os requisitos básicos dos alimentadores dos equipamentos de elevação:

- cabos flexíveis – ver IEC 60204-32:2008, 13.7;
- fios coletores, barramentos e conjuntos de anéis coletores – ver IEC 60204-32:2008, 13.8;
- conexões entre equipamentos de elevação e suas partes móveis – ver IEC 60204-32:2008, 14.4.3.

De acordo com a IEC 60204-32:2008, 13.8.2 a continuidade do condutor de proteção com contatos deslizantes deve ser garantida, por exemplo, pela duplicação do coletor de energia.

Adicionalmente, quando contatos deslizantes são utilizados para fornecer energia a acionadores eletrônicos, contatos duplos devem ser utilizados também nos coletores de fase para evitar ruído e falha de *hardware*, que pode ocorrer se um contato for cortado temporariamente.

5 Instalação de cabos e condutores

Os requisitos gerais para práticas de cabos e condutores são fornecidos na IEC 60204-32:2008, Seções 13 e 14.

5.1 Dimensionamento da seção nominal dos condutores

Estes requisitos se aplicam à fonte de alimentação dos equipamentos de elevação e também à fiação dentro dos equipamentos de elevação.

Para o dimensionamento de condutores elétricos em equipamentos de elevação e movimentação de carga, devem ser considerados os seguintes critérios técnicos:

- queda de tensão (ver 5.1.1);
- capacidade de condução de corrente (ver 5.1.2);
- sobrecarga (ver 5.1.3);
- curto-circuito (ver 5.1.4);
- seção mínima (ver 5.1.5).

A seção do condutor a ser escolhida deve ser a maior seção nominal que atenda a todos os critérios fornecidos anteriormente.

5.1.1 Cálculo da seção nominal em relação à queda de tensão admissível

A queda de tensão deve ser considerada, prestando atenção na variação de tensão dentro da fonte de alimentação. Para linhas de alimentação muito longas, não somente o componente de resistência, mas também os componentes de indução da impedância do fornecimento, precisam ser levados em consideração.

Ao calcular a queda de tensão, a posição mais desfavorável do equipamento de elevação em relação ao ponto de alimentação deve ser considerada.

Ao calcular a queda de tensão admissível em uma linha de alimentação utilizada por diversos equipamentos de elevação, as correntes de partida (I_D) e nominal (I_N) dos motores que operam simultaneamente devem ser levadas em consideração.

Observações para o cálculo:

- neste item, não é necessário considerar a corrente nominal (I_N) do motor, mas sim a corrente de projeto/requerida (I_B) do motor em carga nominal completa;
- para motores tipo gaiola de esquilo I_D (corrente de partida) consultar o catálogo do fabricante. No caso de o motor ser controlado por um acionamento eletrônico (arranque suave, conversor de frequência, etc.) a corrente máxima durante qualquer fase de operação deve ser considerada como a corrente de partida, embora a maior corrente não ocorra necessariamente na inicialização do movimento. Com partida direta, o I_D é tipicamente cinco vezes a dez vezes I_N . Com acionamentos eletrônicos, a corrente de partida depende do tipo de conversor e de seus ajustes; com os conversores de frequência, I_D tipicamente está abaixo de duas vezes I_N ;
- para motores com rotor de anéis coletores, considerar I_D como sendo aproximadamente duas vezes I_N ;
- para acionamentos com n motores em paralelo, aplicar $n \times I_D$ para calcular a queda de tensão na partida e $n \times I_N$ para calcular a queda de tensão em regime normal;
- no caso de dois ou mais equipamentos de elevação estarem operando juntos, estes devem ser considerados como um equipamento utilizando a soma das correntes (I_D ou I_N) de cada movimento em conjunto;
- no caso de a fonte de alimentação também alimentar outras cargas (contínuas) como iluminação, bombas hidráulicas, eletroímã de içamento ou outros equipamentos de elevação, a corrente de projeto/requerida (I_B) destes dispositivos precisa ser levada em consideração.

O cálculo da seção nominal do condutor em relação à queda de tensão admissível pode ser realizado utilizando as seguintes expressões:

a) para sistemas trifásicos:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times I \times I \times \cos \phi}{\Delta U \times \kappa}$$

b) para sistemas monofásicos:

$$S = \frac{2 \times I \times I}{\Delta U \times \kappa}$$

5.1.2 Cálculo da seção nominal em relação à capacidade de corrente

Ao calcular a seção de um condutor, que fornece energia a diversos equipamentos, a operação simultânea real dos motores de acionamento deve ser levada em consideração:

Observações para o cálculo:

- neste item, não é necessário considerar a corrente nominal (I_N) do motor, mas sim a corrente de projeto/requerida (I_B) do motor em carga nominal completa;
- no caso de n motores serem acionados em paralelo, considerar: $I_B = n \times I_B$;
- no caso de dois ou mais equipamentos de elevação estarem operando juntos, eles devem ser considerados como um só utilizando a soma da corrente de cada movimento em conjunto;
- no caso de a fonte de alimentação também alimentar outras cargas (contínuas) como iluminação, bombas hidráulicas, eletroímã de içamento ou outros equipamentos de elevação, a corrente de projeto/requerida destes dispositivos precisa ser levada em consideração.

A temperatura máxima permitida do condutor não pode ser excedida durante a operação normal. A seção nominal do condutor deve ser selecionada de acordo com as especificações do fabricante ou de acordo com a ABNT NBR 5410.

Para a determinação da capacidade de corrente do condutor, as características do sistema descritas a seguir devem ser conhecidas:

- a) corrente de projeto (Corrente que percorre o componente em serviço normal);
- b) tipo do condutor (ver ABNT NBR 5410:2004, 6.2.3);
- c) método de instalação (ver ABNT NBR 5410:2004, Tabela 33);
- d) temperatura ambiente (Temperatura do local de instalação);
- e) número de condutores carregados (ver ABNT NBR 5410:2004, 6.2.5.6).

A capacidade de condução de corrente dos condutores deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito, incluindo as componentes harmônicas, afetada dos fatores de correção aplicáveis, conforme demonstrado na seguinte expressão:

$$I_B \geq I_z \times (f_1 \times f_2 \times \dots \times f_n)$$

Os fatores de correção $f_1, f_2 \dots f_n$, mais comumente utilizados são:

- fator de correção de temperatura (ABNT NBR 5410:2004, Tabela 40);
- fator de correção de agrupamento de circuitos (ver ABNT NBR 5410:2004, 6.2.5.5);
- fator de correção para serviço intermitente.

As capacidades de condução de corrente (I_Z) fornecidas na ABNT NBR 5410:2004, Tabelas 36 a 39, referem-se ao funcionamento contínuo em regime permanente (fator de carga 100 %), em corrente contínua ou alternada com frequência de 50 Hz a 60 Hz.

Como os acionamentos dos equipamentos de elevação enquadram-se em regime intermitente, um fator de correção deve ser utilizado.

Se o fabricante do condutor não fornecer orientações mais detalhadas para uso intermitente que consiste de períodos ativos (T_a) e períodos inativos (T_i), a seguinte expressão pode ser utilizada.

$$f_{ED} = \sqrt{\frac{1 - e^{-\left(\frac{T_a + T_i}{T}\right)}}{1 - e^{-\left(\frac{T_a}{T}\right)}}$$

A constante de tempo térmico (T) a ser utilizada no cálculo anterior é fornecida na Tabela 1.

Tabela 1 – Constante de tempo

Seção do condutor mm ²	T/min
1,5	2,7
2,5	3,1
4	3,6
6	4,2
10	5,2
16	6,4
25	7,9
35	9,4
50	11,3
70	13,6
95	16,1
120	18,4
150	21,0
185	23,7
240	27,7
300	31,8

5.1.3 Sobrecarga

Conforme a ABNT NBR 5410, para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \text{ e } I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

NOTA Para este caso, I_N é a corrente nominal do dispositivo de proteção ou a corrente de ajuste para dispositivos ajustáveis.

Tabela 2 – Zona de atuação para disjuntores

Norma	Corrente convencional de atuação I_2
ABNT NBR IEC 60947-2	$1,30 \times I_N$
ABNT NBR NM 60898	$1,45 \times I_N$

Tabela 3 – Zona de fusão para fusíveis tipo gG e gM

Norma	Corrente nominal I_N^a			Corrente convencional de fusão I_2
IEC 60269-1 e IEC 60269-2	4A <	I_N	$\leq 4A$	$2,1 \times I_N$
	16A <	I_N	$\leq 16A$	$1,9 \times I_N$
		I_N		$1,6 \times I_N$
a ICH para fusíveis do tipo gM.				

5.1.4 Curto-circuito

Para a aplicação do critério contra correntes de curtos-circuitos, as condições impostas pela ABNT NBR 5410, para curtos-circuitos de qualquer duração em que a assimetria da corrente não seja significativa e para curtos-circuitos assimétricos de duração $0,1 \text{ s} \leq t \leq 5 \text{ s}$, são:

$$I_{CC}^2 \times t \leq k^2 \times S^2 \text{ e } I_{CN} \geq I_{CC}$$

Portanto, o tempo máximo de duração do curto-circuito suportado pelo condutor é fornecido pela seguinte expressão:

$$t \leq k^2 \times S^2 / I_{CC}^2$$

O dispositivo deve atuar em um tempo não superior ao encontrado na equação anterior.

NOTA 1 Um disjuntor termomagnético adequado atuaria em aproximadamente 0,02 s.

NOTA 2 Um fusível adequado atuaria em aproximadamente 0,001 s.

5.1.5 Seção mínima dos condutores

A seção dos condutores de fase, em circuitos de corrente alternada e dos condutores vivos em circuitos de corrente contínua, não pode ser inferior ao valor pertinente fornecido na ABNT NBR 5410:2004, Tabela 47.

5.2 Condições de instalação

O tipo de proteção para o equipamento de conexão e distribuição deve ser apropriado para as condições adjacentes, seguindo as diretrizes fornecidas na IEC 60204-32:2008, 1.1.3.

As conexões e terminais de conexão devem ser instalados em gabinetes ou caixas. As estruturas de ligação cuja conexão acidental possa ser perigosa devem ser claramente separadas, exceto se o seu projeto evitar este risco. A fim de garantir a proteção mecânica contínua de cabos e condutores, estes devem adentrar nos alojamentos através de prensa-cabos, buchas ou dispositivos similares.

Os condutores dotados somente de isolação podem ser instalados somente em eletrodutos ou eletrocalhas onde as extremidades estejam equipadas com a proteção adequada.

Condutores e cabos sem cobertura, que são fixados nas partes da estrutura, devem ser protegidos, se necessário, contra desgaste mecânico e rompimento.

6 Equipamentos de proteção e segurança elétrica

6.1 Proteção contra sobrecarga dos motores

A proteção contra sobrecarga do motor deve atender aos requisitos da IEC 60204-32:2008, 7.3.

Os relés térmicos normais ou métodos de proteção baseados nos métodos de cálculo não podem ser executados apropriadamente em operação de tempo curto (IEC 60034-1:2017, S2) e operação intermitente (IEC 60034-1:2017, S3 a S8), devido:

- à sua constante de tempo não ser comparável à do ciclo de carga;
- à temperatura inicial durante a energização não ser conhecida;
- aos motores autoventilados quando operados em velocidades baixas, o arrefecimento não é suficiente.

Deste modo, os métodos de proteção com base na medição da temperatura real do motor são preferidos.

A proteção por sobrecarga também pode ser implementada por dispositivos eletrônicos, que pode ser por dispositivos separados ou interligados na unidade de controle ou de acionamento.

6.2 Proteção contra ausência ou inversão de fase

Quando uma sequência de fase incorreta da tensão fornecida pode causar uma condição prejudicial ou danos ao equipamento de elevação, a proteção deve atender à IEC 60204-32:2008, 7.8.

Se a ausência de fases pode gerar um perigo, as medidas de segurança apropriadas devem ser tomadas.

6.3 Ação dos dispositivos de segurança

Quando diversos motores acionam o mesmo movimento, a ação do dispositivo de segurança deve parar todos os motores para este movimento.

Após ativar um dispositivo de segurança, deve ser possível que o equipamento seja iniciado apenas manualmente.

6.4 Proteção contra efeitos de descargas atmosféricas

Para partes mais elevadas do equipamento de elevação que forem instaladas em locais particularmente expostos, os efeitos de descargas atmosféricas devem ser considerados:

- em partes de estruturas vulneráveis (por exemplo, cabo de suporte da lança);

- em mancais de rolamentos ou rodas que formam uma ligação entre partes grandes de uma estrutura (por exemplo, anel giratório, rodas de deslocamento).

Quando necessário, a proteção contra os efeitos de descargas atmosféricas deve ser conduzida, por exemplo, de acordo com a ABNT NBR 5419.

Para a segurança das pessoas, é recomendado que os trilhos da translação do equipamento de elevação estejam aterrados.

7 Dispositivos de limitação e indicadores

Além dos requisitos tratados nesta Seção, os dispositivos de limitação e indicadores devem estar em conformidade com a ABNT NBR 15958, DIN EN 12077-2 e as seguintes normas:

- Normas EN para o tipo de equipamento de elevação em particular; e
- não havendo normas EN publicadas para o tipo de equipamento de elevação em particular, os requisitos fornecidos na ISO 10245-1, para o tipo de equipamento de elevação em particular, devem ser seguidos.

7.1 Requisitos gerais

Um interruptor de sobrecurso deve executar a limitação do movimento, abrir o circuito elétrico e mantê-lo aberto enquanto que as condições de segurança não sejam restauradas.

Se for inevitável desviar um dispositivo de segurança, esta operação deve ser somente capaz de ser efetuada com o auxílio de um dispositivo que, quando não estiver mais atuado, reativa automaticamente o dispositivo de segurança.

As provisões da IEC 60204-32:2008, 9.2.4 devem ser seguidas, e se necessário, um sinal de advertência permanente deve ser fornecido.

No geral, a função de segurança do dispositivo deve estar conforme a categoria de segurança 1, se conectado diretamente, ou categoria de segurança 2 da ISO 13849-1, se não estiver conectado diretamente.

7.2 Proteção de sobrevelocidade do motor

Os sistemas de controle eletrônicos dos movimentos de elevação devem garantir proteção contra sobrevelocidade. A proteção contra sobrevelocidade deve evitar:

- movimentos descontrolados e não intencionais de descida da carga;
- que qualquer parte do mecanismo atinja o limite de sua rotação mecânica.

O limite de acionamento da proteção contra sobrevelocidade deve ser configurado de forma que o freio mecânico seja capaz de parar o movimento com segurança em todas as condições, no geral, o limite de acionamento não pode exceder 20 % da velocidade especificada em carga nominal. Quando estiver utilizando enfraquecimento de campo com uma carga reduzida, o limite de acionamento pode ser ajustado para um valor maior, no geral, não excedendo 20 % da rotação especificada para esta carga.

Para equipamentos de elevação que operam cargas perigosas, por exemplo, metal líquido, deve ser previsto um dispositivo específico para detecção de sobrevelocidade no eixo do tambor.

No dimensionamento do sistema de sobrevelocidade, devem ser considerados: combinações de velocidade/carga, tempo de resposta do sistema (particularmente dos freios), limite de rotação mecânica do maquinário, confiabilidade da medição/estimativa da carga.

8 Controles

8.1 Componentes

8.1.1 Relés e contadores

Os relés e contadores devem estar em conformidade com os requisitos definidos na IEC 60204-32:2008, 4.2.2.

Equipamentos de elevação que operam em altitudes superiores a 1 000 m do nível do mar, a altitude deve ser levada em consideração ao selecionar contadores e relés.

Os contadores de reversão devem ter intertravamento elétrico ou mecânico.

8.1.2 Banco de resistências

8.1.2.1 Generalidades

Os resistores de frenagem devem ser acomodados em invólucros apropriados de acordo com a IEC 60204-32:2008, 12.3.

O limite de temperatura que o material do invólucro resiste é definido na ABNT NBR IEC 60947-1:2013, 7.2.2.8. A elevação de temperatura das superfícies que podem ser tocadas do invólucro do resistor de frenagem deve estar conforme definida na ABNT NBR IEC 60947-1:2013, 7.2.2.2. Ao especificar bancos de resistência, o torque equivalente, ciclo de trabalho e taxa de comutação devem ser considerados.

Ventiladores de arrefecimento para resistores devem ser utilizados somente se o monitoramento apropriado for realizado (detecção de fluxo de ar e/ou medição de temperatura). Em ambientes sujos, os ventiladores não podem ser utilizados para a garantia da confiabilidade.

8.1.2.2 Resistores de frenagem para acionamento de inversores

O resistor de frenagem do acionamento de elevação deve ser capaz de absorver a energia de geração durante o movimento de descida com carga máxima em velocidade máxima. Para movimentos horizontais, o resistor de frenagem deve ser capaz de absorver a energia de geração durante a desaceleração do movimento, também, levando-se em consideração a possibilidade de balanço da carga e da força do vento (a carga e a fixação das cargas incluídas).

O resistor de frenagem deve ser capaz de absorver a energia de geração durante ciclos de acionamento sucessivos da aplicação. A falha do resistor de frenagem não pode levar à perda da capacidade de frenagem nem a nenhuma aceleração descontrolada do movimento.

Os resistores de frenagem e seus invólucros podem se aquecer e atingir temperaturas perigosas. A proteção ou advertência de perigo pode ser fornecida dependendo da aplicação.

NOTA 1 O resistor de frenagem também pode ser comum para movimentos de elevação e translação. Nestes casos, realizar o dimensionamento do resistor de frenagem adequadamente.

NOTA 2 Quando utilizado monitoramento por temperatura, sinalizar um alarme ao operador quando atuar o sinal de temperatura.

8.2 Localização e montagem dos painéis elétricos

Painéis de proteção, de controle e caixas de ligação elétricas, podem estar alocados em:

- espaços fechados especiais (sala elétrica);
- na estrutura do equipamento (viga principal, estrutura do carro).

Estes locais e o equipamento instalado devem estar em conformidade com a IEC 60204-32:2008, Seção 12.

8.3 Tipos de comando do equipamento de elevação

8.3.1 Energização

O equipamento de elevação somente pode ser energizado quando todos os dispositivos de comando estiverem na posição desligada. Esta posição desligada pode ser determinada com intertravamento elétrico ou com dispositivo “homem morto” (ou seja, que deve ser mantido pressionado durante a operação). Conforme requisitos definidos na IEC 60204-32:2008, 10.7.1, um dispositivo de parada de emergência ou para desligamento geral deve estar localizado em cada estação de comando do operador.

8.3.2 Cabine de comando

Os comandos devem ser instalados de forma que o operador tenha uma visão adequada da área de trabalho do equipamento de elevação.

O comando para o movimento de elevação deve, preferencialmente, ser instalado no lado direito do posto de comando do operador.

8.3.3 Comando por botoeira pendente

Os botões de comando devem ser do tipo impulso com retorno automático para sua posição desligado assim que são liberados.

As botoeiras de comando pendente devem ser fabricadas com material isolante.

A superfície do invólucro da botoeira deve ser de cor viva. Para operações em ambiente interno, o grau de proteção deve ser de pelo menos IP 43 e para operação em ambiente externo de pelo menos IP 55.

As botoeiras de comando pendentes devem ser instaladas com alívio de tração do cabo de comando.

8.3.4 Comando remoto

Os requisitos definidos na IEC 60204-32:2008, 9.2.7 da e EN 13557:2009, Anexo C, são aplicados a comandos remotos, incluindo sistemas via radiofrequência e infravermelho.

O invólucro do transmissor deve ter grau de proteção mínimo IP 43 para uso em ambiente interno e IP 55 para uso em ambiente externo.

8.4 Comando dos freios mecânicos

Os requisitos definidos na IEC 60204-32:2008, 9.3.4, 15.6 e 15.7, devem ser atendidos.

Devem ser tomadas medidas para assegurar que nenhum movimento não intencional ocorra na inicialização.

Equipamentos de elevação que requerem segurança particular, por exemplo, em operações com cargas perigosas ou metais líquidos, devem ser fornecidos com um segundo freio.

A operação do segundo freio deve ser preparada de acordo com o projeto do mecanismo. É recomendado que, sob condições de operação normal, o segundo freio seja sempre aplicado na parada, após o movimento ter sido trazido a uma parada pelo freio principal. Em algumas aplicações, por exemplo, se houver uma espera pela liberação do segundo freio, o que pode causar um atraso de tempo inaceitável em cada inicialização, pode ser necessário aplicar o segundo freio somente quando o contator geral do equipamento de elevação estiver desenergizado.

No caso de uma parada de emergência, o segundo freio deve ser aplicado imediatamente.

9 Ambiente

O equipamento elétrico deve estar apropriado para uso no ambiente físico e para as condições operacionais especificadas na IEC 60204-32:2008, 4.4.2 a 4.4.8. Quando o ambiente físico ou as condições operacionais estiverem fora da especificação, um acordo pode ser necessário entre o fornecedor e o usuário (ver IEC 60204-32:2008, Anexo A).

9.1 Ambientes potencialmente explosivos

Em atmosferas potencialmente explosivas, o equipamento elétrico que inclui motores deve estar conforme os requisitos adicionais relacionados (por exemplo, ABNT NBR IEC 60079-14).

9.2 Compatibilidade eletromagnética (EMC)

Os requisitos da IEC 60204-32:2008, 4.4.2, devem ser aplicados.

O fabricante deve executar uma análise de compatibilidade eletromagnética (EMC) para definir quais requisitos essenciais de segurança e/ou de proteção devem ser aplicados a este equipamento e como atende-los. O fabricante deve aplicar:

- normas de famílias de produtos específicos geradores de harmônicas;
- normas genéricas para ambientes residencial, comercial, industrial leve e ambiente industrial influenciados por harmônicas.

para trazer o equipamento de elevação conforme a Diretiva EMC.

Quando estiver utilizando somente equipamentos e componentes com o selo CE (conforme a Diretiva EMC) e seguindo estritamente as instruções e limitações de uso do fabricante desses produtos, o equipamento de elevação acabado pode ser considerado conforme a Diretiva EMC e nenhuma verifi-

cação adicional é necessária. O fabricante deve fornecer instruções claras para montagem/instalação/ operação/manutenção nas instruções de uso para assegurar que a conformidade com a Diretiva seja atendida em todos os ambientes eletromagnéticos esperados.

Em casos onde o fabricante não se restringe somente à utilização do equipamento com a marcação CE, uma análise de EMC completa e a verificação do equipamento devem ser necessárias.

10 Seleção de motores

10.1 Critérios para a seleção do motor (ver ABNT NBR IEC 60034-1)

Ao selecionar motores para uma aplicação, pelo menos os seguintes detalhes precisam ser considerados:

a) potências requeridas

NOTA A potência térmica também é incluída nessas potências requeridas).

b) torque nominal máximo e torque de aceleração máximo;

c) fator de duração do ciclo;

d) número de ciclos/horas;

e) tipo de controle (tipo de frenagem);

f) regulagem da rotação;

g) tipo de alimentação de energia;

h) grau de proteção (condições ambientais);

i) temperatura ambiente;

j) altitude.

O motor deve estar em conformidade com os dois requisitos de dimensionamento descritos a seguir:

— o cálculo térmico de acordo com o estabelecido em 10.1.2;

— o torque máximo requerido:

- para movimentos verticais de acordo com 10.2.1;
- para movimentos horizontais de acordo com 10.3.1.

NOTA 1 Critérios adicionais ou diferentes podem ser necessários, dependendo do sistema de acionamento.

NOTA 2 A seleção de motores para acionamento de inversores está definida em 10.4, que também abrange o dimensionamento dos inversores.

Se os diagramas de torque requeridos, a fim de definir o torque equivalente médio (ver 10.1.2.1), não estiverem disponíveis, estes podem ser avaliados respectivamente com o auxílio das Tabelas 4 e 5.

A seleção do motor deve ser acordada com o fabricante para considerar o torque e as potências calculadas nos itens abaixo e as condições operacionais reais do motor.

No caso de controle eletrônico de potência, a definição dos motores deve ser realizada em cooperação com o fabricante, considerando-se o sistema de refrigeração e o limite de rotação.

Nos casos onde dois ou mais mecanismos acionarem o mesmo movimento, deve ser considerado o seguinte:

- a sincronização estática e dinâmica dos movimentos de acordo com as necessidades da aplicação;
- o intertravamento necessário entre os mecanismos para assegurar a operação segura;
- o dimensionamento adequado dos motores e outros componentes do acionamento deve prever as cargas estáticas e transitórias assimétricas.

10.1.1 Grau de proteção (ver ABNT NBR IEC 60034-5)

O grau de proteção para todos os motores deve estar de acordo com as condições do ambiente onde o mesmo será aplicado, seguindo os parâmetros da IEC 60204-32:2008, 15.2.

10.1.2 Cálculo térmico do motor

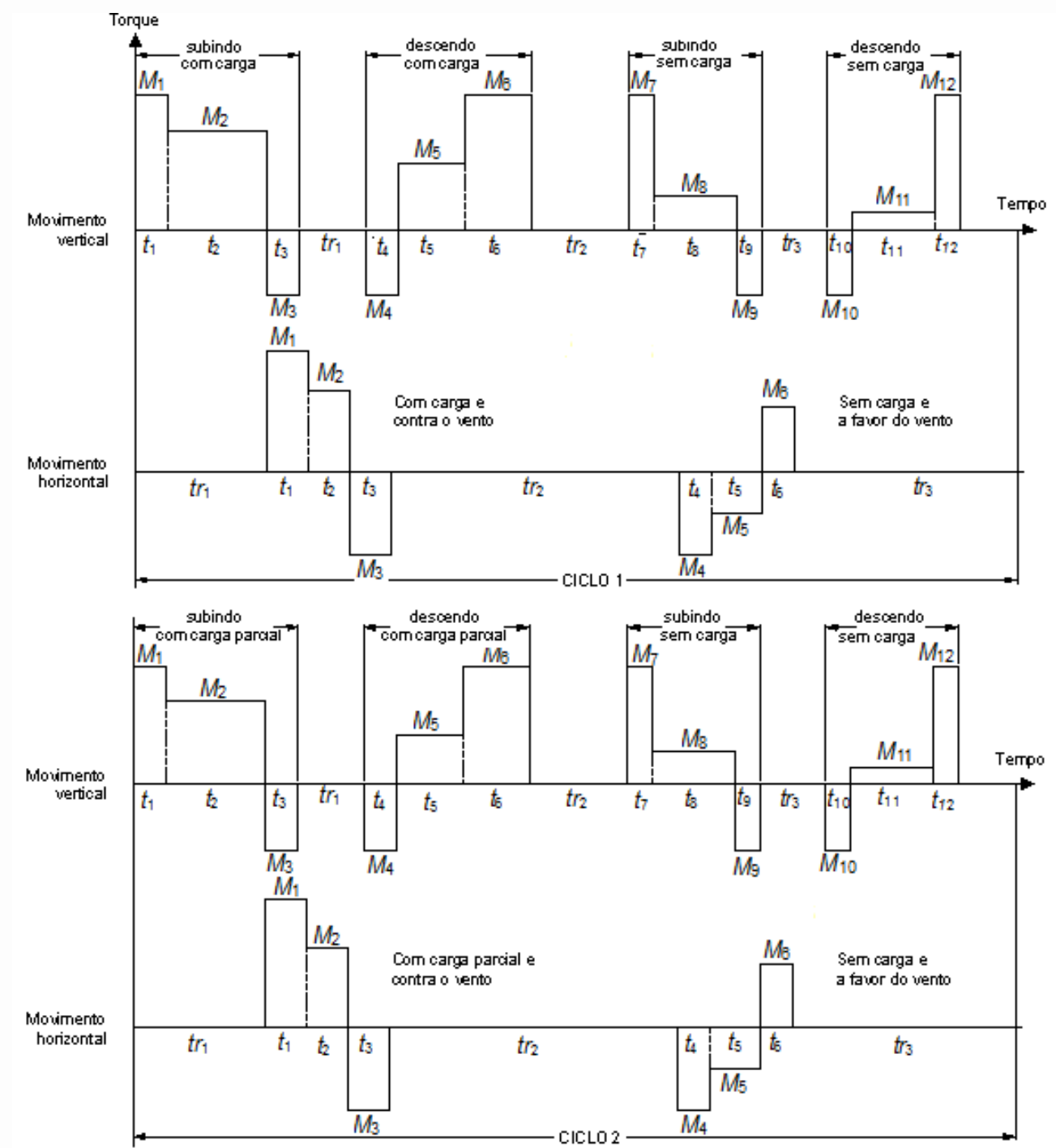
10.1.2.1 Torque equivalente médio

A fim de conduzir o cálculo térmico, o torque equivalente médio deve ser determinado como uma função do torque requerido durante os ciclos de trabalho pela seguinte equação:

$$M_{\text{med}} = \sqrt{\frac{M_1^2 \times t_1 + M_2^2 \times t_2 + \dots + M_n^2 \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

No caso de cargas variáveis, pelo menos dez ciclos de trabalho sucessivos devem ser considerados (ver ABNT NBR 8400-1:2019, 4.1.2.2.).

A Figura 1 mostra um exemplo de torque para dois ciclos de operação diferentes.



Legenda

Movimento vertical

- tr_1 tempos de repouso
- M_1, M_4, M_7, M_{10} torque de partida
- M_2, M_8 torque de elevação na subida
- M_3, M_6, M_9, M_{12} torque de frenagem
- M_5, M_{11} torque de elevação na descida

Movimento horizontal

- tr_1 tempos de repouso
- M_1, M_4 torque de partida
- M_2 torque com carga e contra o vento
- M_3, M_6 torque de frenagem
- M_5 torque sem carga e a favor do vento

Figura 1 – Diagrama de torques para 2 ciclos de operações diferentes

10.1.2.2 Potência equivalente média

Iniciando a partir do torque equivalente médio, a potência equivalente média P_{med} [kW] é definida pela seguinte equação:

$$P_{med} = \frac{M_{med} \times n_m}{9\,550}$$

Para a seleção do motor, a potência equivalente média P_{med} deve ser corrigida em função da altitude, caso exceda a 1 000 m, e da temperatura ambiente, se esta for superior a 40 °C (ver 10.1.4).

Quando forem utilizados motores com potência nominal conhecida em regime contínuo (S1), estes podem ser selecionados de acordo com a potência equivalente média calculada.

Para motores tipo gaiola com partida direta, com potência nominal em regime contínuo (S1), o dimensionamento térmico deve ser conduzido de acordo com o método descrito em 10.1.3.

10.1.3 Motores tipo gaiola com partida direta

A seguinte desigualdade deve ser atendida para o dimensionamento térmico de motores tipo gaiola:

$$C_k(1 - \eta_N) \times P_N \times T_{tot} > (1 - \eta_{mcy}) \times P_{mcy} \times T_N + \left(\frac{P_N \times t_E \times I_D}{I_N} \right) - \left(\frac{J \times \eta_{mcy}^2 \times 10^{-3}}{182} \right)$$

NOTA O subscrito “cy” refere-se ao ciclo.

onde

$(1 - \eta_N) \times P_N \times T$ é a energia consumida do motor funcionando na potência nominal (S1) durante um tempo T ;

$(1 - \eta_{mcy}) \times P_{mcy} \times T_N$ é a energia consumida do motor durante um tempo t_N (rotação constante) em um ciclo;

$(P_N \times t_E \times I_D / I_N) - (J \times \eta_{mcy}^2 \times 10^{-3} / 182)$ é a energia consumida do motor durante a partida e fase de frenagem;

C_k é o fator de correção relacionado ao tipo de motor;

P_N é a potência nominal do motor em operação contínua (S1);

η_N é a eficiência do motor em P_N ;

P_{mcy} é igual a: $M_{mcy} \times n_{mcy} / 9\,550$;

n_{mcy} é a velocidade do motor para a potência P_{mcy} ;

M_{mcy} é o torque de resistência média calculada da mesma maneira que M_{med} , porém, não incluindo ciclos de partida e frenagem;

η_{mcy} é a eficiência do motor em P_{mcy} ;

T é o tempo total do ciclo, igual a $t_N + t_E + t_f$;

ED é o fator de duração do ciclo, igual a $100 \times (t_N + t_E) / T$;

t_N é o tempo de operação em rotação constante durante um ciclo;

t_E é o tempo equivalente de partida ou frenagem durante um ciclo, igual a $(\pi / 30) \times n_{mcy} \times J / M_{acc}$ / $(d_{ccy} + 0,5 \times d_{icy} + 3 \times f_{cy})$;

t_r é o tempo de repouso (inatividade) total durante um ciclo;

J é a inércia total de massas em movimento referida ao eixo do motor;

d_{ccy} é o número de partidas durante um ciclo;

d_{fcy} é o número de impulsos durante um ciclo;

f_{cy} é o número de frenagens elétricas durante um ciclo;

M_{acc} é o torque de aceleração médio, igual a $M_{Dmcy} - M_{mcy}$;

Os seguintes dados devem ser indicados pelo fabricante do motor:

- P_N – potência nominal [kW] do motor em operação contínua (S1);
- $N_{1/4 \dots 5/4}$ – eficiência para $1/4 P_N \dots 5/4 P_N$ potências;
- J_M – momento de inércia do motor [kgm²];
- $n_{1/4 \dots 5/4}$ – rotação do motor a $1/4 P_N \dots 5/4 P_N$ [1/min];
- M_{omcy} – torque de partida médio do motor em [N.m];
- I_b / I_N – relação entre a corrente de partida e a corrente em P_N ;
- C_k – fator de correção relacionado ao tipo de motor.

No caso de o fator C_k não ser mencionado no catálogo do fabricante, C_k deve ser considerado igual a um para motores de polaridade igual ou acima de quatro.

10.1.4 Correção da potência em função da temperatura ambiente e altitude

Essas correções são dependentes do tipo de motor, do método de ventilação/refrigeração e da classe de isolamento do motor.

O cálculo preciso somente pode ser feito pelo fabricante do motor ao fornecê-lo com as seguintes indicações:

- P_{med} sem correção;
- valor da temperatura ambiente;
- altitude.

O dimensionamento térmico pode ser baseado nas seguintes equações e os valores de k indicados na Figura 2.

$$P'_{med} = \frac{P_{med}}{k}$$

OU

$$P'_{mcy} = \frac{P_{mcy}}{k} \quad (\text{para motores tipo gaiola})$$

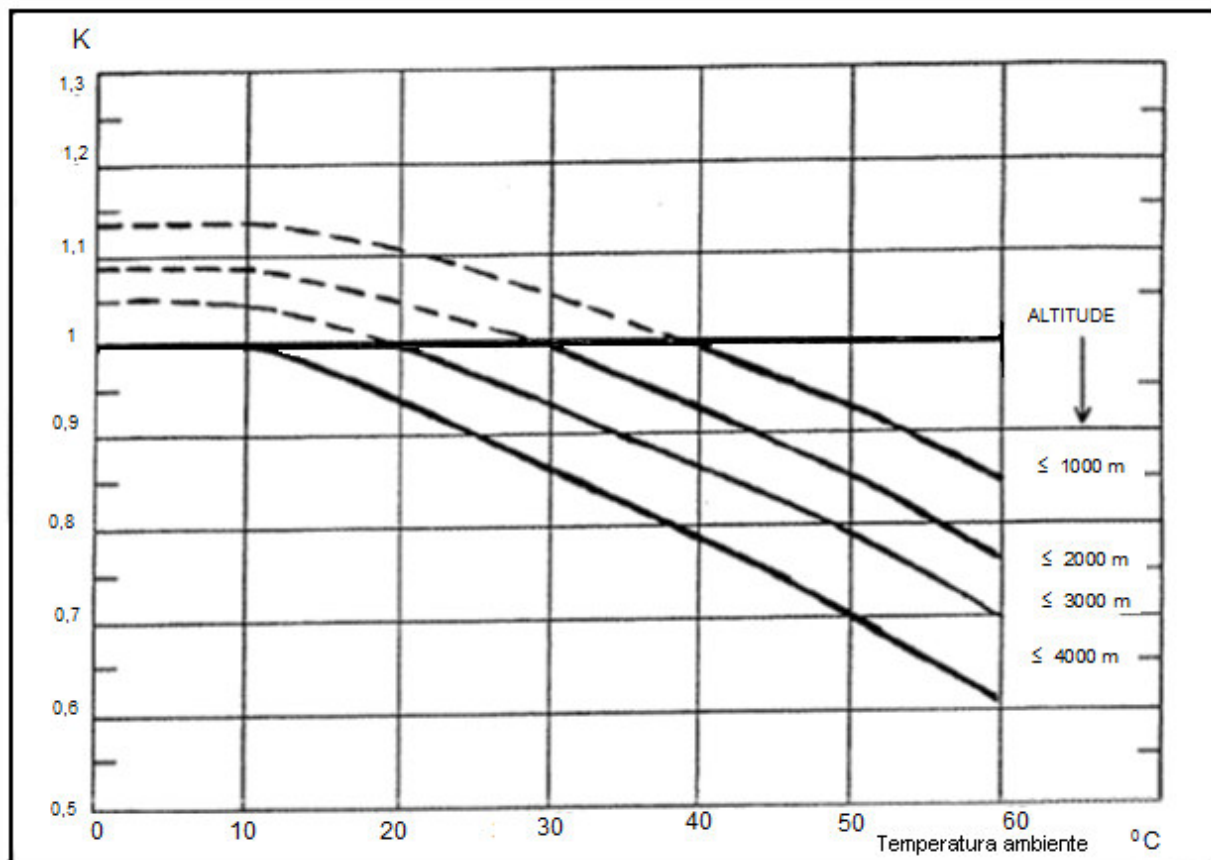


Figura 2 – Fator de correção da potência em função da altitude

NOTA 1 Aplicar os valores do coeficiente $k > 1$ somente por acordo entre o fabricante do motor e o fabricante dos equipamentos de elevação.

NOTA 2 Indicar a temperatura ambiente acima de uma altitude de 1 000 m.

10.1.5 Fator de duração cíclica e número de ciclos de trabalho por hora

O fator de duração cíclica é fornecido pela seguinte equação:

$$ED = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo de operação} + \text{Tempo de inatividade}} \times 100$$

tempo de operação e o número de operações por hora dos motores, bem como o número dos ciclos de trabalho do equipamento de elevação, são uma base importante para a definição térmica dos motores e que devem ser acordados entre o usuário e o fabricante do equipamento de elevação. No caso de não ser possível fazer essas indicações de uma maneira precisa, a Tabela 4 e a Tabela 5 devem ser consultadas.

10.2 Motores para movimentos verticais

10.2.1 Determinação da potência e torque requerido

Para um motor de elevação, a potência requerida para a carga nominal máxima $P_{N\text{máx.}}$ é definida em quilowatts considerando a configuração da transmissão e do arranjo de cabos, por meio da seguinte equação:

$$P_{N\text{máx.}} = \frac{L \times V_L \times 10^{-3}}{\eta}$$

Quando forem utilizados motores com potência nominal conhecida em regime intermitente (S3), estes podem ser selecionados de acordo com a potência $P_{N\text{máx.}}$ calculada, sem a necessidade de verificação da potência equivalente média fornecida pela equação de 10.1.2.2.

O torque requerido para levantar a carga nominal máxima é:

$$M_{N\text{máx.}} = \frac{P_{N\text{máx.}} \times 9\,550}{n_m}$$

De forma a atender o torque necessário para aceleração, elevar a carga de ensaio ou para compensar as variações de tensão e frequência nominal, o torque desenvolvido pelo motor deve atender às seguintes condições mínimas:

- Para motores tipo gaiola com partida direta:

$$\frac{MP_{\text{mín.}}}{M_{N\text{máx.}}} \geq 1,6$$

- Para motores com anéis:

$$\frac{M_{\text{máx.}}}{M_{N\text{máx.}}} \geq 1,9$$

- Para todos os tipos de motores que são alimentados por tensões e/ou frequências variáveis:

$$\frac{M_{\text{máx.}}}{M_{N\text{máx.}}} \geq 1,4$$

No caso de aplicação de frenagem elétrica, o motor deve ser capaz de desacelerar a carga em total segurança.

Para o torque de frenagem mecânica no eixo dos motores devido aos freios, ver a ABNT NBR 15958:2011, 4.3.7.3.2.

10.2.2 Fator de duração cíclica e número de ciclos por hora

Caso as indicações precisas não sejam fornecidas, convém que os valores mencionados na Tabela 4 sejam escolhidos.

Tabela 4 – Indicações para o número de ciclos por hora e o fator de duração cíclica para movimentos verticais (continua)

Tipo de equipamento		Detalhes relativos à natureza do uso ^a	Número de ciclos por hora	Tipo de mecanismo <i>ED</i> %		
Referência	Designação			Elevação	Lança articulada para guindastes giratórios	Lança para guindastes giratórios
1	Equipamentos operados manualmente	—	—	—	—	—
2	Equipamentos de montagem e desmontagem	—	—	2 – 25	25 – 40	—
3	Equipamentos para casa de força	—	—	2 – 15	15 – 40	—
4	Equipamentos para oficina em geral	Gancho	10 – 50	25 – 40	—	—
	Equipamentos industriais em geral					
5	Equipamentos para carregamento de fundição, equipamentos para pátio de sucata	Garra ou eletroímã	40 – 120	40 – 100 60	—	—
6	Equipamentos para manuseio de panela de metal líquido	—	3 – 10	40 – 60	—	—
7	Ponte rolante estripadora	—	30 – 60	40 – 60	—	—
8	Equipamentos para decapagem	—	30	60	—	—
	Equipamentos para carregamento de forno elétrico		10	60		
9	Equipamentos para forjaria	—	6	40	—	—
10	Equipamentos para contêineres (pontes e pórticos rolantes)	Gancho ou <i>spreader</i> (barra de carga)	20 – 60	40 – 60	S2 ^b 15 min – 30 min	—

Tabela 4 (conclusão)

Tipo de equipamento		Detalhes relativos à natureza do uso ^a	Número de ciclos por hora	Tipo de mecanismo <i>ED</i> %		
Referência	Designação			Elevação	Lança articulada para guindastes giratórios	Lança para guindastes giratórios
11	Equipamentos com dispositivo de içamento	Garra, caçamba, tenaz ou eletroímã	20 – 80	40 – 100 60	S2 ^b 15 min – 30 min	–
	Equipamento para descarregamento de navio com dispositivo de içamento					
12	Equipamentos para doca seca	Gancho	25 – 50	40	–	40
	Equipamentos para estaleiro naval					
13	Equipamentos portuários	Gancho	40	60	–	40 – 60
14	Equipamentos portuários com dispositivo de içamento	Garra, caçamba, tenaz ou eletroímã	25 – 60	60 – 100	–	40 – 60
15	Guindaste giratório	Gancho	10	S1 ^b ou S2 30 min	–	S1 ou S2 ^b 30 min
^a Esta coluna compreende somente alguns casos de indicação típica de utilização. ^b É recomendado para regime S1 e S2 consultar a definição da ABNT NBR IEC 60034-1.						

10.3 Motores para movimentos horizontais

A fim de selecionar corretamente os motores de translação, todos os valores de torque (ou potência) necessários devem levar em consideração: o tempo de partida, o número de ciclos de partida por hora e o fator de duração do ciclo. O torque transmissível máximo dos motores de translação é limitado pelo atrito das rodas motoras com os trilhos.

Quando forem utilizados motores com potência nominal conhecida em regime intermitente (S3), os mesmos podem ser selecionados de acordo com a potência P_{med} calculada em 10.1.2.2. Também devem ser verificados os requisitos de torque definidos em 10.3.1.

10.3.1 Determinação do torque requerido

10.3.1.1 Torque para manter a rotação nominal

Para determinar o torque necessário para manter a rotação nominal, deve-se levar em consideração a soma das forças (W) de resistência à translação, resultante do peso próprio, da carga e das condições de operação, como:

- deformação da superfície de translação;
- atrito das rodas em trechos retos e em curvas;
- força do vento;
- gradientes no trilho;
- tração necessária no cabo de alimentação de energia.

10.3.1.2 Torque de aceleração (até atingir a rotação nominal)

O torque de aceleração deve levar em consideração a soma das forças de aceleração da massa da carga içada e de outras massas em movimento. Os valores de aceleração recomendados são fornecidos na Tabela 14 (ABNT NBR 8400-1:2019).

Os motores de translação devem fornecer o torque necessário nas seguintes condições de operação:

- Caso I para equipamentos de elevação de carga não expostos ao vento;
- Caso II para equipamentos de elevação de carga expostos ao vento.

O torque necessário pode ser calculado pelas seguintes equações

Caso I

$$M_1 \dots M_n = [a \times (m \times m_L) + W_0] \times v \times 60 / (2 \times \pi \times n_m \times \eta)$$

Caso II

Levar em consideração o maior valor encontrado nas seguintes equações:

$$M_1 \dots M_n = [a \times (m \times m_L) + W_g] \times v \times 60 / (2 \times \pi \times n_m \times \eta)$$

e

$$M_1 \dots M_n = W_{25} \times v \times 60 / (2 \times \pi \times n_m \times \eta)$$

NOTA Em rotação constante, a é igual a 0.

O motor deve ser selecionado com base no maior dos valores de torque calculados ($M_1 \dots M_n$) nos casos I e II.

Para motores com anéis utilizados em movimentos horizontais, as resistências de partida devem ser definidas para que o torque mínimo fornecido pelo motor nunca seja inferior a 1,2 vez o torque requerido, para manter a velocidade de deslocamento.

10.3.2 Fator de duração cíclica e número de ciclos por hora

No caso onde as indicações não forem fornecidas, convém que os valores mencionados na Tabela 5 sejam escolhidos.

10.3.3 Rotação

O cálculo é realizado de uma maneira análoga a 10.3.1, sendo as velocidades angulares substituídas pelas velocidades lineares.

10.3.4 Variação da distância da carga

Como a variação da distância da carga em relação ao seu ponto de apoio, no caso de lanças de guindastes giratórios, conduz a uma elevação ou diminuição do centro de gravidade das massas colocadas em movimento, o cálculo pode ser realizado de uma maneira equivalente a 10.3 ao inserir no fator (w) as forças requeridas para o deslocamento vertical do centro de gravidade.

Tabela 5 – Indicações para o número de ciclos por hora e o fator de duração cíclica para movimentos horizontais (continua)

Tipo de equipamento		Detalhes relativos à natureza do uso ^a	Número de ciclos por hora	Tipo de mecanismo <i>ED</i> %		
Referência	Designação			Rotação	Caçamba	Deslocamento
1	Equipamentos operados manualmente	—	—	—	—	—
2	Equipamentos de montagem e desmontagem	—	2 – 25	25	25 – 40	25 – 40
3	Equipamentos para casa de força	—	2 – 15	—	25	25
4	Equipamentos para oficina em geral	Gancho	10 – 50	—	25 – 40	25 – 40
	Equipamentos industriais em geral					
5	Equipamentos para carregamento de fundição, equipamentos para pátio de sucata	Garra ou eletroímã	40 – 120	—	40 – 60	60 – 100
6	Equipamentos para manuseio de panela de metal líquido	—	3 – 10	—	40 – 60	40 – 60
7	Ponte rolante estripadora	—	30 – 60	40	40 – 60	40 – 60
8	Equipamentos para decapagem	—	30	—	40	60
	Equipamentos para carregamento de forno elétrico		10		40	40

Tabela 5 (conclusão)

Tipo de equipamento		Detalhes relativos à natureza do uso ^a	Número de ciclos por hora	Tipo de mecanismo ED %		
Referência	Designação			Rotação	Caçamba	Deslocamento
9	Equipamentos para forjaria	—	6	100	25	25
10	Equipamentos para contêineres (pontes e pórticos rolantes)	Gancho ou <i>spreader</i> (barra de carga)	20 – 60	25 – 40	40 – 60	25 – 40
11	Equipamentos com dispositivo de içamento	Garra, caçamba, tenaz ou eletroímã	20 – 80	40	40 – 100	15 – 60
	Equipamento para descarregamento de navio com dispositivo de içamento					
12	Equipamentos para doca seca	Gancho	20 – 50	25	40	25 – 40
	Equipamentos para estaleiro naval					
13	Equipamentos portuários	Gancho	40	25 – 40	40	15 – 25
14	Equipamentos portuários com dispositivo de içamento	Garra, caçamba, tenaz ou eletroímã	25 – 60	40 – 60	—	25 – 40
15	Guindaste giratório	Gancho	10	25	—	—

^a Esta coluna compreende somente alguns casos de indicação típica de utilização.

10.4 Seleção dos acionamentos para trabalho com inversor de frequência

10.4.1 Generalidades

Ao alimentar motores assíncronos por inversores, a rotação do motor está sempre próxima do ponto de operação sem carga (entre o ponto de torque máximo e ponto de torque zero) nas curvas de torque mostradas na Figura 3. A rotação se ajusta à frequência fornecida ao motor. Na região de enfraquecimento de campo, acima da rotação nominal do motor n_N , o torque máximo natural do motor (M_{po}) diminui de maneira inversamente proporcional ao quadrado da rotação, o que estabelece limites ao uso do enfraquecimento do campo.

$$M_{po}(n) = M_{po} \left(\frac{n_N}{n} \right)^2$$

O torque máximo de operação $M_{máx.}$ diminui de maneira linear com o inverso do aumento da rotação, devido à característica de potência constante na zona de enfraquecimento de campo.

$$M_{máx.}(n) = M_{máx.} \left(\frac{n_N}{n} \right)$$

Para qualquer rotação de operação, deve-se usar a seguinte equação:

$$\frac{M_{po}(n)}{M_{m\acute{a}x.}(n)} \geq 1,2 \sim 1,3$$

Esta relação depende do tipo de movimento, sendo 1,2 para movimentos horizontais e 1,3 para movimentos verticais.

As recomendações fornecidas em 10.1, também devem ser lavadas em consideração.

A Figura 3 também mostra a corrente do motor na rotação nominal (linha fina), que aumenta muito rapidamente se o motor estiver carregado excessivamente.

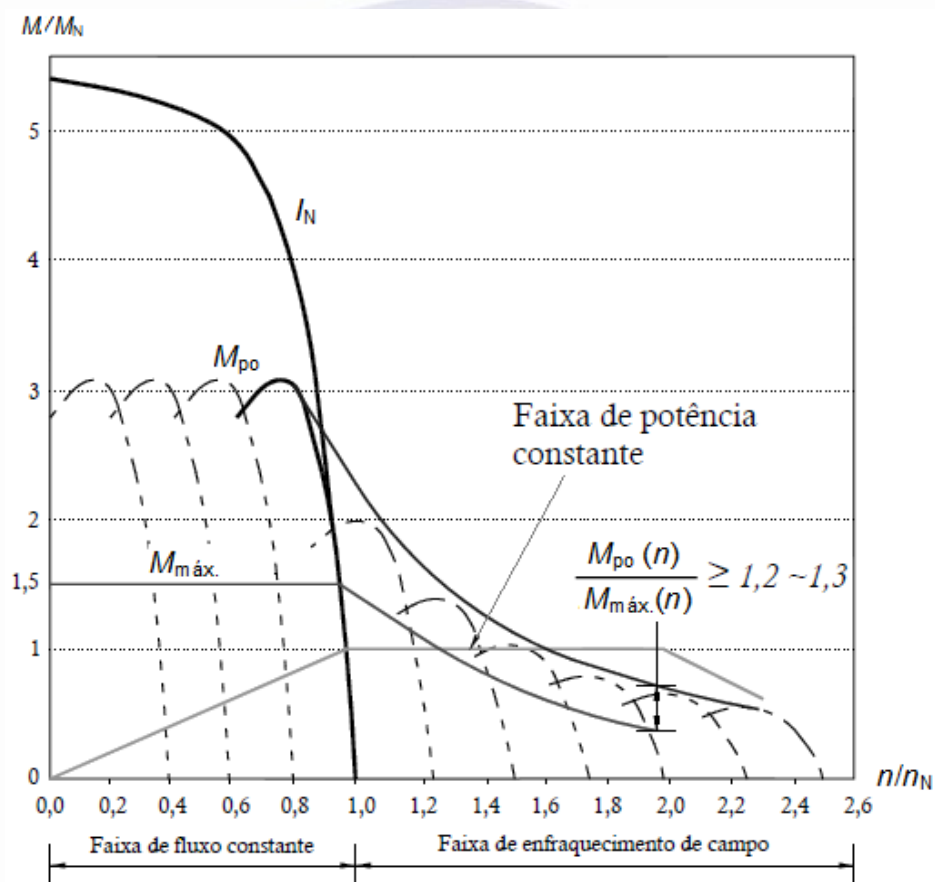


Figura 3 – Curva de torque dos motores com aplicação de inversores de frequência

NOTA 1 Se o motor for carregado até o torque máximo M_{po} , ou muito próximo a isso, há o risco de entrar em uma situação instável. As margens de torque mínimo requeridas são definidas em 10.4.3 e 10.4.4. Uma margem ainda maior pode ser necessária dependendo:

- das características do inversor (por exemplo, controle vetorial ou controle V/f , com ou sem realimentação de rotação); e
- dos ambientes previstos (por exemplo, variação de tensão da rede, oscilação de carga, fenômeno temporário).

NOTA 2 As curvas mostradas na Figura 3 são somente indicativas e os valores reais para um tipo de motor específico devem ser obtidos junto ao fornecedor do motor.

10.4.2 Uso de enfraquecimento de campo

Com um enfraquecimento de campo do motor, o torque máximo do motor diminui e somente uma carga limitada pode ser manuseada. A carga percentual máxima permitida para rotações diferentes pode não ser especificada como tal, porém deve ser analisada em mais detalhes. Os principais pontos afetados são as cargas a serem manuseadas e a inércia rotacional do sistema (motores, freios, acoplamentos, engrenagens) juntamente com a aceleração desejada.

Quando a aplicação do enfraquecimento de campo é considerada, todas as restrições causadas pelos componentes mecânicos (motor, freio, engrenagem) devem ser verificadas. Observar que todo aumento na velocidade aumenta a distância de parada.

10.4.3 Dimensionamento térmico

O cálculo térmico do motor deve ser realizado conforme mostrado em 10.1.2.

A classe de operação dos equipamentos de elevação, bem como o espectro da carga não tem um efeito significativo na seleção do inversor. Os seguintes itens podem variar dependendo da aplicação e devem ser verificados:

- dimensionamento do resistor de frenagem;
- necessidade de compartimento de refrigeração independente.

10.4.4 Critérios de seleção para movimentos verticais

10.4.4.1 Seleção do motor

Quando forem utilizados motores com potência nominal conhecida em regime intermitente (S3), estes podem ser selecionados de acordo com a potência $P_{Nmáx.}$ calculada, sem a necessidade de verificação da potência equivalente média fornecida pela equação em 10.1.2.2.

O torque requerido ($M_{Nmáx.}$) para içamento da carga nominal é calculado da mesma forma que em 10.2.1. O torque requerido ($M_{máx.}$) desenvolvido pelo motor deve estar em conformidade com 10.2.1.

Para ser capaz de desenvolver o torque requerido para aceleração, para o içamento da carga de ensaio ou para compensação de variações na tensão nominal, o maior dos torques $M_1 \dots M_n (= M_{i,máx.})$ durante o ciclo de carga (ver 10.1.2.1) deve estar conforme a seguinte equação:

$$\frac{M_{po}}{M_{i,máx.}} \geq 1,3$$

a menos que seja garantido pelo sistema de controle não exceder-se ao torque máximo M_{po} . Ver também 10.4.1, NOTA 1.

NOTA Na região de enfraquecimento de campo, uma margem de segurança menor de acordo com as instruções do fabricante do inversor pode ser apropriada.

10.4.4.2 Seleção do inversor

A corrente em regime contínuo do inversor deve ser pelo menos igual à corrente no motor correspondente ao torque da carga $M_{Nmáx.}$. A corrente no motor, em uma carga prevista que inclui situações dinâmicas, não pode exceder à capacidade de sobrecarga do inversor para curtos períodos de tempo.

10.4.5 Critérios de seleção para movimentos horizontais

10.4.5.1 Seleção do motor

Quando forem utilizados motores com potência nominal conhecida em regime intermitente (S3), estes podem ser selecionados de acordo com a potência P_{med} calculada em 10.1.2.2, seguidos os requisitos de torque definidos a seguir.

Os torques requeridos ($M_1...M_n$) são calculados conforme descrito em 10.3.1. O maior deles ($M_{i.máx.}$) deve atender à seguinte condição mínima:

$$\frac{M_{po}}{M_{i.máx.}} \geq 1,2$$

a menos que seja garantido pelo sistema de controle que o torque máximo M_{po} não será excedido.

A possibilidade de aplicação do enfraquecimento de campo deve ser verificada caso a caso. Normalmente, existem possibilidades muito limitadas para aplicar o enfraquecimento de campo em movimentos horizontais, devido ao fato de que, frequentemente, uma parte significativa do torque requerido é proveniente da aceleração (e desaceleração) que depende do sistema. As aplicações típicas para o enfraquecimento de campo são equipamentos de elevação expostos ao vento durante uma condição de operação com vento de baixa velocidade.

10.4.5.2 Seleção do inversor

A corrente em regime contínuo do inversor deve ser pelo menos igual à corrente no motor correspondente ao torque necessário para manutenção da rotação mais elevada. A corrente requerida pelo motor, para qualquer carga prevista que inclui situações dinâmicas, não pode exceder à capacidade de sobrecarga do inversor para curtos períodos de tempo.

11 Meios para içamento de carga

11.1 Fornecimento de corrente

Devido ao regime severo de trabalho aos quais os sistemas de fornecimento de corrente são submetidos, o equipamento elétrico deve ser selecionado e instalado com cuidados especiais.

Os cabos de alimentação devem ser capazes de ser acondicionados em enrolador de cabos ou cesto porta-cabo. Devem possuir resistência mecânica e devem ser adequados às condições de temperatura aplicáveis ao regime de trabalho.

Os meios de fixação de cabos devem ser selecionados de modo que todos os esforços nas conexões ou danos aos cabos sejam evitados.

Os cabos devem ser instalados e guiados de tal maneira que se exclua a possibilidade de danos em serviço normal.

11.2 Dispositivos para elevação de carga

Os requisitos fornecidos neste item são aplicados a todos os dispositivos de elevação de carga, como eletroímã de içamento.

Os dispositivos de elevação de carga normalmente são projetados para um fator de duração cíclica de 50 %. Outros fatores de duração cíclica devem ser acordados entre o fabricante e o usuário.

A força de ruptura deve ser de pelo menos duas vezes a capacidade de elevação.

Se houver uma fonte de energia auxiliar (banco de baterias), o tempo de operação deve ser de pelo menos 20 min. Essa fonte auxiliar deve possuir um sistema automático de carga para as baterias, esse sistema também deve possuir uma indicação visual (amperímetro) de nível de carga e, em caso de falha ou baixa carga nas baterias, deve ser previsto um alarme audiovisual e um travamento do acionamento da mesma.

11.2.1 Eletroímã de içamento

A capacidade de içamento de um eletroímã deve ser especificada de acordo com a carga a ser transportada, com a tensão nominal e com a temperatura de operação da bobina do eletroímã.

11.3 Caçambas

Os motores de acionamento (acionamento eletro-hidráulico ou eletromecânico) devem ser projetados para operação S3, S4 ou S6, dependendo do tipo de aplicação.

Em serviço normal, os motores e equipamentos elétricos localizados nas caçambas devem estar conforme o IP 55 pelo menos. Para operação subaquática, o grau de proteção deve ser de pelo menos IP 67.

11.4 Equipamento para rotação de carga

O equipamento para rotação de carga deve ser projetado de forma que as cargas possam ser aceleradas e frenadas sem a torção dos cabos. O arranjo dos cabos de içamento, a carga, a altura de elevação, o centro de gravidade, o momento de inércia da carga e a barra de carga, se aplicável, devem ser levados em consideração no projeto do equipamento.

Podem ser instaladas guias, como sistemas telescópicos e articulados, a fim de evitar a torção dos cabos.

Todas as conexões elétricas com as partes rotativas devem ser projetadas de acordo com a extensão do ângulo de rotação da carga.

Se o motor de rotação for montado na estrutura do equipamento de elevação, este deve estar pelo menos conforme o grau de proteção de outros motores na estrutura. Se o motor de rotação for montado nos meios de içamento de carga, este deve estar em conformidade, com pelo menos grau de proteção IP 54 para operação em ambiente interno e IP 55 para operação em ambiente externo.

12 Manutenção e verificações

12.1 Manutenção

Os equipamentos elétricos de um equipamento de elevação devem ser mantidos em boas condições. A manutenção deve ser baseada na classe de operação e, no espectro de carga do equipamento de içamento, e deve ser realizada de acordo com as instruções do fornecedor ou do fabricante.

Além da lista de verificação em 12.2, os requisitos para as instruções e práticas de manutenção podem ser encontrados, por exemplo, nas ISO 12480-1 e EN 12644-1.

12.2 Verificações

Uma distinção é feita entre as verificações regulares e as verificações realizadas antes de o equipamento ser colocado em serviço.

As verificações regulares são subdivididas em verificações simples e completas.

12.2.1 Verificações regulares

12.2.1.1 Verificações simples

Os dispositivos de segurança que podem ser inspecionados a partir da posição de controle devem ser verificados regularmente, a princípio, antes do início de cada jornada de trabalho, quanto ao seu funcionamento elétrico apropriado.

Em particular, pelo menos os seguintes itens devem ser verificados:

- interruptores de limite de emergência;
- funções do freio;
- parada de emergência.

12.2.1.2 Verificações completas

Pelo menos uma vez por ano, o equipamento elétrico de um equipamento de elevação deve receber uma verificação completa.

Além dos itens da verificação simples descritos em 12.2.1.1, os seguintes itens devem ser verificados:

- as configurações e condições dos dispositivos de segurança elétrica;
- integridade dos sistemas de aterramento de proteção;
- integridade dos circuitos equipotenciais;
- isolamento de todo o equipamento elétrico;
- aperto de todas as conexões;
- valores de resistência predeterminados, se houver;
- condições físicas dos cabos e entradas de cabos;
- condições físicas dos dispositivos de segurança;
- presença e condições dos dispositivos de proteção contra o contato direto;
- o desempenho técnico de peças substituídas deve ser compatível com o funcionamento apropriado do equipamento de elevação.

12.2.2 Verificação do equipamento antes da colocação em serviço

Além das verificações completas, as inspeções do equipamento antes da colocação em serviço incluem pelo menos:

- verificação de que todos os componentes elétricos do equipamento de elevação estão de acordo com as normas e documentações de projeto;
- verificação da seletividade de interruptores dos circuitos de segurança e controle;
- verificação das parametrizações de todos os componentes elétricos e seu funcionamento apropriado;
- verificação do funcionamento adequado dos componentes elétricos;
- verificação se o sistema está de acordo com as velocidades de projeto.

13 Equipamento elétrico auxiliar

Além dos requisitos da IEC 60204-32:2008, Seção 16, os requisitos em 13.1 e 13.2 devem ser aplicados.

13.1 Iluminação

13.1.1 Cabine

Uma iluminação de serviço não ofuscante fixa deve ser fornecida e instalada de maneira a fornecer somente a iluminação necessária para o equipamento de controle.

Quando o equipamento de iluminação da área geral não for suficiente para permitir a entrada ou saída da cabine em segurança, uma iluminação suplementar deve ser fornecida.

13.1.2 Área de trabalho

Quando a iluminação da área de trabalho é fornecida pelo equipamento, os projetores devem ser colocados de maneira adequada no equipamento de elevação de modo que a iluminação atenda aos requisitos da ABNT NBR ISO IEC 8995-1.

O circuito de iluminação deve ser independente dos circuitos principais do equipamento de elevação.

13.1.3 Acesso

Quando a iluminação da área geral não permitir iluminação suficiente, uma iluminação suplementar independente dos circuitos principais do equipamento de elevação deve ser fornecida. A iluminação deve atender aos requisitos da ABNT NBR ISO IEC 8995-1.

13.1.4 Emergência

Quando a iluminação da área não permitir a saída do equipamento em segurança, um circuito de iluminação de emergência equipado com baterias deve ser fornecido de acordo com os requisitos da ABNT NBR 10898.

13.2 Aquecimento e ar condicionado

13.2.1 Sala elétrica ou painéis de acionamento

Uma ventilação natural ou induzida deve ser fornecida para dispersar a energia térmica gerada pelos equipamentos elétricos.

Em aplicações onde a temperatura exceda ao limite dos componentes elétricos, deve ser previsto um sistema de ventilação ou resfriamento forçado.

13.2.2 Cabine

Se requerido pelo ambiente, um sistema de ventilação ou resfriamento deve ser instalado na cabine para manter uma temperatura máxima aceitável. Este aparelho deve ser alimentado por um circuito independente dos circuitos principais do equipamento de elevação.

13.2.3 Circuito auxiliar

Se não for possível fornecer nas proximidades, circuitos auxiliares devem ser fornecidos para fins de manutenção, como por exemplo, um circuito para serviços auxiliares ou ferramentas portáteis, conforme acordado entre o cliente e o fornecedor.

Esses circuitos devem ser protegidos por um disjuntor diferencial de alta sensibilidade e devem ser independentes dos circuitos principais do equipamento de elevação.