

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
17094-2

Segunda edição
07.03.2016

Máquinas elétricas girantes
Parte 2: Motores de indução monofásicos —
Requisitos

Rotating electrical machines
Part 2: Single-phase induction motors — Requirements



ICS 29.160

ISBN 978-85-07-06083-3



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 17094-2:2016
54 páginas

© ABNT 2016

ABNT NBR 17094-2:2016



© ABNT 2016

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	vii
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	2
4 Regimes	8
4.1 Especificação de um regime	8
4.2 Tipos de regimes	9
4.2.1 Regime tipo S1 – Regime contínuo	9
4.2.2 Regime tipo S2 – Regime de tempo limitado	10
4.2.3 Regime tipo S3 – Regime intermitente periódico	11
4.2.4 Regime tipo S4 – Regime intermitente periódico com partidas	12
4.2.5 Regime tipo S5 – Regime intermitente periódico com frenagem elétrica	13
4.2.6 Regime tipo S6 – Regime de funcionamento contínuo periódico com carga intermitente	14
4.2.7 Regime tipo S7 – Regime de funcionamento contínuo periódico com frenagem elétrica	15
5 Características nominais	16
5.1 Declaração das características nominais	16
5.2 Classes de características nominais	16
5.2.1 Características nominais para regime contínuo	16
5.2.2 Características nominais para regime de tempo limitado	16
5.2.3 Características nominais para regime periódico	16
5.2.4 Características nominais para carga equivalente	16
5.3 Seleção de uma classe de características nominais	17
5.4 Atribuição da potência a uma classe de características nominais	17
5.5 Máquinas com mais de uma característica nominal	17
6 Condições de funcionamento no local de instalação	17
6.1 Generalidades	17
6.2 Altitude, temperatura ambiente e temperatura do fluido refrigerante	18
6.2.1 Altitude	18
6.2.2 Temperatura do ar ambiente	18
6.2.3 Temperatura da água para motores de bombas submersas	19
6.2.4 Temperaturas mínimas do ar ambiente e do fluido refrigerante	20
7 Condições elétricas de funcionamento	20
7.1 Frequência e tensão	20
7.2 Forma e simetria de tensões	21
7.3 Variações de tensão e de frequência durante o funcionamento	21
7.4 Condições de funcionamento especiais	23
8 Características de partida para motores de uso geral	24
8.1 Generalidades	24

ABNT NBR 17094-2:2016

8.2	Motores de indução monofásicos, com capacitor de partida (CST) ou de dois valores (CSR) com dois ou quatro polos.....	24
8.2.1	Conjugados com rotor bloqueado, mínimo e máximo	24
8.2.2	Potência aparente com rotor bloqueado	25
8.3	Motores de indução monofásicos, com capacitor permanente (PSC) e campo distorcido (<i>shaded-pole</i>) com dois ou quatro polos	26
8.3.1	Conjugado máximo	26
8.3.2	Potência aparente com rotor bloqueado	26
8.3.3	Conjugado com rotor bloqueado (C_p) e conjugado mínimo ($C_{\min.}$).....	27
8.4	Motores de indução monofásicos de fase auxiliar (ISR) com dois ou quatro polos.....	27
8.4.1	Conjugado máximo	27
8.4.2	Potência aparente com rotor bloqueado	27
8.4.3	Conjugado com rotor bloqueado (C_p) e conjugado mínimo ($C_{\min.}$).....	28
9	Elevação de temperatura	28
9.1	Classificação térmica dos motores	28
9.2	Condições durante o ensaio de elevação de temperatura.....	29
9.2.1	Temperatura do fluido refrigerante.....	29
9.2.2	Medição da temperatura do fluido refrigerante.....	29
9.2.3	Motores abertos ou motores fechados	29
9.3	Determinação da elevação de temperatura dos enrolamentos e de outras partes do motor	29
9.3.1	Elevação de temperatura de uma parte da máquina	29
9.3.2	Métodos de determinação da temperatura ou da elevação de temperatura	29
9.3.3	Escolha do método de determinação da temperatura dos enrolamentos.....	30
9.3.4	Determinação da elevação de temperatura dos enrolamentos pelo método da variação da resistência.....	30
9.3.5	Determinação da elevação de temperatura dos enrolamentos pelo método dos detectores de temperatura embutidos (DTE)	31
9.3.6	Duração do ensaio de elevação de temperatura para motores com características nominais do tipo contínuo (regime tipo S1)	31
9.3.7	Ensaio de elevação de temperatura para motores com características nominais diferentes daquelas do tipo contínuo	32
9.3.8	Método de medição da temperatura dos mancais	32
9.4	Limites de elevação de temperatura e de temperatura total.....	33
9.4.1	Aplicação das tabelas.....	33
9.4.2	Motores com características nominais do tipo de tempo limitado (S2)	35
9.4.3	Correções dos limites de elevação de temperatura ou de temperatura total para levar em conta as condições de funcionamento no local da instalação diferentes das indicadas em 6.2.	35
9.4.4	Correções dos limites de elevação de temperatura ou de temperatura total para levar em conta as condições de ensaio.....	37
10	Fator de serviço (FS).....	39
11	Ensaio dielétrico.....	39

11.1	Generalidades.....	39
11.2	Ensaio dielétrico em motores novos.....	40
11.3	Ensaio dielétrico em motores reenrolados.....	40
12	Rendimento e perdas.....	41
12.1	Valores de rendimento de plena carga.....	41
12.2	Determinação do rendimento e das perdas.....	42
13	Nível de ruído e vibração.....	43
14	Requisitos construtivos.....	43
14.1	Terminais de aterramento.....	43
14.2	Chaveta da ponta de eixo.....	44
14.3	Cabos de ligação.....	44
14.4	Capacitores aplicados em motores monofásicos.....	44
15	Marcação.....	45
15.1	Requisitos gerais.....	45
15.2	Lista de informações constantes na marcação.....	45
15.3	Folha de dados.....	47
16	Inspeção.....	47
16.1	Relação dos ensaios.....	47
16.2	Classificação dos ensaios.....	48
17	Tolerâncias.....	49
18	Proteção térmica incorporada.....	50
18.1	Sobrecarga térmica de variação lenta (sobrecarga).....	50
18.2	Sobrecarga térmica de variação rápida (rotor bloqueado).....	51
18.2.1	Protetor térmico com rearme automático.....	51
18.2.2	Protetor térmico com rearme manual.....	51
18.3	Condições de ensaio.....	52
18.3.1	Tensão.....	52
18.3.2	Temperatura ambiente.....	52
Anexo A (normativo) Folha de dados.....		53
Bibliografia.....		54

Figuras

Figura 1 – Regime contínuo – Regime tipo S1.....	9
Figura 2 – Regime de tempo limitado – Regime tipo S2.....	10
Figura 3 – Regime intermitente periódico – Regime tipo S3.....	11
Figura 4 – Regime intermitente periódico com partida – Regime tipo S4.....	12
Figura 5 – Regime intermitente periódico com frenagem elétrica – Regime tipo S5.....	13
Figura 6 – Regime de funcionamento contínuo periódico com carga intermitente – Regime tipo S6.....	14
Figura 7 – Regime de funcionamento contínuo periódico, com frenagem elétrica – Regime tipo S7.....	15
Figura 8 – Limites das variações de tensão e de frequência em funcionamento.....	22

ABNT NBR 17094-2:2016

Figura 9 – Correções dos limites de elevação de temperatura em função da temperatura ambiente máxima ou da temperatura máxima do fluido refrigerante	37
--	----

Tabelas

Tabela 1 – Correções da potência nominal (P_n) para levar em conta a temperatura máxima do ar ambiente e a altitude acima do nível do mar	18
Tabela 2 – Correções da potência nominal (P_n) para levar em conta a temperatura da água a ser bombeada	19
Tabela 3 – Valores mínimos do conjugado com rotor bloqueado (C_p), conjugado mínimo ($C_{\min.}$) e do conjugado máximo ($C_{\max.}$), expressos pela razão para o conjugado nominal (C_n), para motores monofásicos de capacitor de partida (CST) ou de dois valores (CSR).....	24
Tabela 4 – Valores máximos da potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressos pela razão para a potência nominal (P_n), para motores monofásicos de capacitor de partida (CST) ou de dois valores (CSR).....	25
Tabela 5 – Valores mínimos do conjugado máximo ($C_{\max.}$), expressos pela razão para o conjugado nominal (C_n), e valores máximos da potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressos pela razão para a potência de saída nominal (P_n), para motores monofásicos de capacitor permanente (PSC) e campo distorcido (<i>shaded-pole</i>).....	26
Tabela 6 – Valores mínimos do conjugado máximo ($C_{\max.}$), expressos pela razão para o conjugado nominal (C_n), e valores máximos da potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressos pela razão para a potência nominal (P_n), para motores monofásicos de fase auxiliar (<i>split-phase</i>) (ISR)	28
Tabela 7 – Localização dos pontos de medição da temperatura dos mancais	33
Tabela 8 – Limites de elevação de temperatura em kelvin (K)	34
Tabela 9 – Correções dos limites de elevação de temperatura no local de funcionamento de enrolamentos resfriados indiretamente para levar em conta as condições de funcionamento e as características nominais que não sejam as de referência	36
Tabela 10 – Temperaturas ambientais máximas admitidas	37
Tabela 11 – FS para motores de uso geral	39
Tabela 12 – Tensões para o ensaio dielétrico	41
Tabela 13 – Menores valores de rendimento nominal a plena carga, para motores da linha IR1 (Índice de rendimento 1 – Padrão)	42
Tabela 14 – Menores valores de rendimento nominal a plena carga, para motores da linha IR2 (Índice de rendimento 2 – Alto rendimento).....	43
Tabela 15 – Ensaio para verificação do desempenho de motores de indução monofásicos	48
Tabela 16 – Tolerâncias.....	50
Tabela 17 – Máxima temperatura dos enrolamentos	51
Tabela 18 – Valores para “última corrente de desligamento” – UTC.....	51
Tabela 19 – Temperatura dos enrolamentos sob condição de rotor bloqueado	52

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 Diretiva ABNT, Parte 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).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma.

A ABNT NBR 17094-2 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), pela Comissão de Estudo de Máquinas de Indução (CE-003:002.001). O seu 1º Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 10, de 14.10.2015 a 14.12.2015. O seu 2º Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 01, de 20.01.2016 a 22.02.2016.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 17094-2:2008), a qual foi tecnicamente revisada.

A ABNT NBR 17094 sob o título geral “*Máquinas elétricas girantes*” tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Motores de indução trifásicos – Requisitos
- Parte 2: Motores de indução monofásicos – Requisitos
- Parte 3: Motores de indução trifásicos – Métodos de ensaio
- Parte 4: Motores de indução monofásicos – Métodos de ensaio

O Escopo em inglês desta Norma Brasileira é o seguinte:

Scope

This Part of the ABNT NBR 17094 specifies requirements for single-phase asynchronous induction motor rotor cage, according to the following types:

- a) *shaded-pole;*
- b) *split-phase start-inductive and run-ISR;*
- c) *capacitor start-CST;*
- d) *permanent split capacitor-PSC;*

ABNT NBR 17094-2:2016

e) *capacitor start and run-CSR.*

NOTE 1 Definitions of types of single-phase motors are presented in Section 3.

NOTE 2 Single-phase induction motors covered by this Part of the ABNT NBR 17094 may be subject to requirements of other Brazilian standards, such as ABNT NBR IEC 60079-1 and ABNT NBR IEC 60079-7.



Máquinas elétricas girantes

Parte 2: Motores de indução monofásicos — Requisitos

1 Escopo

Esta Parte da ABNT NBR 17094 especifica os requisitos para motores de indução monofásicos assíncronos de rotor de gaiola, de acordo com os seguintes tipos:

- a) campo distorcido (*shaded-pole*);
- b) fase auxiliar (*split-phase - inductive start and run - ISR*);
- c) capacitor de partida (*capacitor start - CST*);
- d) capacitor permanente (*permanent split capacitor - PSC*);
- e) capacitor de dois valores (*capacitor start and run - CSR*).

NOTA 1 As definições dos tipos de motores monofásicos são apresentadas na Seção 3.

NOTA 2 Os motores de indução monofásicos abrangidos por esta Parte da ABNT NBR 17094 podem estar sujeitos a requisitos de outras Normas Brasileiras, como, por exemplo ABNT NBR IEC 60079-1 e ABNT NBR IEC 60079-7.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste 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 9117, *Condutores flexíveis ou não, isolados com policloreto de vinila (PVC/EB), para 105 °C e tensões até 750 V, usados em ligações internas de aparelhos elétricos*

ABNT NBR 15367, *Máquinas elétricas girantes – Motores de indução – Marcação de cabos terminais e sentido de rotação*

ABNT NBR 15623-1, *Máquina elétrica girante – Dimensões e séries de potências para máquinas elétricas girantes – Padronização – Parte 1: Designação de carcaças entre 56 a 400 e flanges entre 55 a 1 080*

ABNT NBR 17094-4, *Máquinas elétricas girantes – Parte 4: Motores de indução monofásicos – Métodos de ensaios*

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 60034-7, *Máquinas elétricas girantes – Parte 7: Classificação dos tipos de construção, arranjos de montagem e posição da caixa de terminais (Código IM)*

ABNT NBR IEC 60085, *Isolação elétrica – Avaliação térmica e designação*

IEC 60034-18-1, *Rotating electrical machines – Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems –General guidelines*

ABNT NBR 17094-2:2016

IEC 60227-3, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring*

IEC 60252-2, *AC motor capacitors – Part 2: Motor start capacitors*

ANSI/EIA-463-B, *Electrolytic capacitors for alternating current motor starting, heavy duty (type 1) and light duty (type 2), fixed aluminum*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

características nominais

conjunto de valores nominais e condições de funcionamento

[IEC 60050-411, 411-51-24]

3.2

carga

conjunto dos valores das grandezas elétricas e mecânicas que caracterizam as solicitações impostas a uma máquina girante, por um circuito elétrico ou um dispositivo mecânico, em um dado instante

[IEC 60050-411, 411-51-01]

3.3

conjugado com rotor bloqueado (C_p)

menor conjugado medido que o motor desenvolve em sua ponta de eixo, com o seu rotor bloqueado em qualquer posição angular, sob tensão e frequência nominais, considerando o circuito auxiliar conectado

3.4

conjugado máximo ($C_{m\acute{a}x.}$)

maior valor do conjugado assíncrono, em regime permanente, que o motor desenvolve sem queda abrupta de velocidade, sob tensão e frequência nominais e sem a conexão do circuito contendo o enrolamento auxiliar (para os motores onde o enrolamento auxiliar fica desconectado em funcionamento), sob tensão e frequência nominais

3.5

conjugado de partida

conjugado que o motor desenvolve na sua ponta de eixo desde a velocidade zero até a velocidade em carga, sob tensão e frequência nominais

3.6

conjugado mínimo de partida ($C_{m\acute{i}n.}$)

menor valor do conjugado assíncrono, em regime permanente, que o motor desenvolve entre a velocidade zero e a velocidade correspondente ao conjugado máximo, sob tensão e frequência nominais

NOTA Adicionalmente aos conjugados assíncronos em regime permanente, existem, às velocidades específicas, conjugados harmônicos síncronos decorrentes do ângulo de carga do rotor. A tais velocidades, o conjugado de aceleração pode ser negativo para alguns ângulos de carga do rotor. A experiência e o cálculo mostram que esta é uma condição de funcionamento instável e que, em consequência, os conjugados harmônicos síncronos não impedem a aceleração do motor e por isso são excluídos da definição.

3.7**conjugado mínimo no chaveamento do enrolamento auxiliar (C_{abr})**

menor valor de conjugado assíncrono, em regime permanente, que o motor desenvolve no instante correspondente à abertura do circuito do enrolamento auxiliar, sob tensão e frequência nominais

3.8**conjugado nominal (C_n)**

conjugado que o motor desenvolve no seu eixo sob potência e velocidade nominais

[IEC 60050-411, 411-48-05]

3.9**constante de tempo térmica equivalente**

constante de tempo que, substituindo várias constantes de tempo individuais, determina aproximadamente a evolução de temperatura em um enrolamento após uma variação de corrente em degrau

3.10**corrente com rotor bloqueado (I_p)**

maior valor eficaz da corrente absorvida pelo motor, em regime permanente, com o seu rotor bloqueado em qualquer posição angular, sob tensão e frequência nominais

[IEC 60050-411, 411-48-16]

3.11**corrente de partida**

curva característica da corrente que o motor absorve da rede desde a velocidade zero até a velocidade em carga, sob tensão e frequência nominais

3.12**dispositivo de proteção térmica incorporado**

dispositivo montado como parte integrante do motor que, quando adequadamente aplicado, protege o motor contra sobreaquecimento

3.13**enrolamento auxiliar**

enrolamento de um motor de indução monofásico, disposto no mesmo núcleo magnético e defasado, geralmente, em 90° elétricos do enrolamento principal. Sua função principal é assegurar a partida do motor

3.14**enrolamento principal**

enrolamento primário de um motor de indução monofásico, conectado diretamente à rede de alimentação

3.15**ensaios de rotina**

ensaios realizados em cada máquina, individualmente, para verificar a sua conformidade com certos critérios

[IEC 60050-411, 411-53-02]

ABNT NBR 17094-2:2016

3.16

ensaios de tipo

ensaios realizados em uma ou mais unidades fabricadas segundo certo projeto, para demonstrar que este projeto satisfaz certas condições especificadas

[IEC 60050-411, 411-53-01]

3.17

ensaios especiais

ensaios não considerados de tipo ou de rotina, realizados somente mediante acordo prévio entre fabricante e comprador

3.18

equilíbrio térmico

estado alcançado quando as elevações de temperatura das diversas partes da máquina não variam mais que um gradiente de 2 K/h

[IEC 60050-411, 411-51-08]

NOTA O equilíbrio térmico pode ser determinado do gráfico da elevação de temperatura em função do tempo quando as retas entre pontos no começo e no fim de dois intervalos de tempo razoáveis sucessivos tiverem cada uma um gradiente menor que 2 K/h.

3.19

faixa de tensão

valores mínimos e máximos de tensão de alimentação em uma mesma ligação

3.20

fator de duração do ciclo

razão entre o período de funcionamento em carga, incluindo a partida e a frenagem elétrica, e a duração do ciclo de regime, expressa em porcentagem (%)

[IEC 60050-411, 411-51-09]

3.21

funcionamento em vazio

condição de funcionamento de uma máquina girando com potência de saída nula (mantidas as outras condições normais de funcionamento)

[IEC 60050-411, 411-51-02]

3.22

isolação principal

isolação básica aplicada a partes vivas, destinada a assegurar a proteção contra choques elétricos

3.23

isolação suplementar

isolação adicional e independente da isolação principal, destinada a assegurar proteção contra choques elétricos no caso de falha da isolação principal

3.24

momento de inércia (dinâmico)

soma (integral) dos produtos das massas elementares de um corpo pelos quadrados de suas distâncias radiais ao eixo de referência

NOTA Esta grandeza é designada pelo símbolo literal J e é expressa em quilograma-metro quadrado ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$).

3.25**motor aberto**

motor com aberturas de ventilação, as quais permitem a refrigeração pela passagem do ar externo, nos enrolamentos e no núcleo magnético do motor

3.26**motor de campo distorcido ou polos sombreados (*shaded-pole*)**

motor de indução monofásico com um enrolamento auxiliar curto-circuitado

3.27**motor de uso especial**

motor de indução monofásico, não abrangido por esta Norma, com características especiais de operação ou construção mecânica, ou ambas, projetado para uso em aplicação especialmente dedicada e que não possa ser caracterizado como de uso geral ou específico

3.28**motor de uso específico**

motor de indução monofásico, projetado de acordo com os requisitos desta Parte da ABNT NBR 17094, com características de operação e de construção mecânica para utilização em condições de serviço não usuais, ou para uso em um tipo específico de aplicação

3.29**motor de uso geral**

motor de indução monofásico com potência nominal inferior ou igual a 11 kW (15 cv), que incorpore as características de a) a e), projetado de acordo com as diretrizes desta Parte da ABNT NBR 17094, com características de operação e de construção mecânica normais e para utilização em condições usuais de serviço, sem qualquer restrição de tipo de aplicação ou aplicação específica, conforme a seguir:

- a) construção aberta ou fechada;
- b) regime tipo S1;
- c) velocidade única;
- d) fator de serviço de acordo com a Tabela 11;
- e) sistema de isolamento classe 130(B) ou maior, e com elevação de temperatura de acordo com a Tabela 8.

3.30**motor fechado**

motor de indução monofásico totalmente fechado, sem aberturas de ventilação e sem o contato do ar externo com os enrolamentos

3.31**motor frio**

motor com a temperatura dos enrolamentos que não ultrapasse a 60 °C, considerando um ambiente de 25 °C

3.32**motor monofásico de capacitor de dois valores (CSR)**

motor de indução monofásico com um enrolamento principal conectado diretamente à rede de alimentação e um enrolamento auxiliar defasado, geralmente, em 90° elétricos do enrolamento principal e conectado em série com dois ou mais capacitores, obtendo-se assim dois valores de capacitâncias, uma utilizada na condição de partida e outra na condição de regime

ABNT NBR 17094-2:2016

3.33

motor monofásico de capacitor de partida (CST)

motor de indução monofásico com um enrolamento principal conectado diretamente à rede de alimentação e um enrolamento auxiliar defasado, geralmente, em 90° elétricos do enrolamento principal e conectado em série com um ou mais capacitores. Tanto o enrolamento auxiliar quanto o(s) capacitor(es) estarão inseridos no circuito de alimentação somente durante o período de partida do motor

3.34

motor monofásico de capacitor de permanente (PSC)

motor de indução monofásico com um enrolamento principal conectado diretamente à rede de alimentação e um enrolamento auxiliar defasado, geralmente, em 90° elétricos do enrolamento principal e conectado em série com um ou mais capacitores. Durante todo o período de funcionamento do motor o circuito auxiliar com o(s) capacitor(es) permanece conectado ao circuito de alimentação

3.35

motor monofásico de fase auxiliar (*split-phase*) (ISR)

motor de indução monofásico com um enrolamento principal conectado diretamente à rede de alimentação e um enrolamento auxiliar defasado, geralmente, em 90° elétricos do enrolamento principal. É um motor utilizado sem qualquer outra impedância, senão aquela oferecida pelo próprio enrolamento do motor. O enrolamento auxiliar está inserido no circuito de alimentação somente durante o período de partida do motor

3.36

plena carga

carga que solicita uma máquina a funcionar nas suas características nominais

[IEC 60050-411, 411-51-10]

3.37

potência absorvida (P_{abs})

potência ativa, expressa em watts (W), absorvida da rede, medida nos cabos de alimentação do motor, onde a tensão é medida nos terminais do motor

3.38

potência aparente com rotor bloqueado (S_p)

potência aparente que o motor absorve da rede na condição de escorregamento unitário, quando alimentado com tensão e frequência nominal, e expressa em volt-ampères (VA) ou seus múltiplos como, por exemplo, quilovolt-ampères (kVA)

3.39

potência nominal (P_n)

valor da potência de saída incluído nas características nominais, expresso em cavalos vapor (cv) ou em watts (W) ou os seus múltiplos como, por exemplo, quilowatts (kW)

NOTA É prática em alguns países expressar a potência mecânica disponível no eixo do motor em *horse-power* (1 hp é equivalente a 746 W; 1 cv (cavalo-vapor) é equivalente a 736 W).

3.40

protetor térmico

dispositivo para proteção térmica, sensível à temperatura e/ou à corrente do motor, que interrompe a alimentação quando sua temperatura e/ou corrente atinge um valor pré-fixado. O dispositivo pode ser religado manual ou automaticamente, quando sua temperatura atingir o valor de rearme

3.41**protetor térmico com rearme automático**

dispositivo que, após ter funcionado para interromper a alimentação do motor, em resposta a uma temperatura excessiva do enrolamento e/ou sobrecarga, religa-se sem ação externa para restabelecer a alimentação, quando sua temperatura retorna ao valor de rearme

3.42**protetor térmico com rearme manual**

dispositivo que, após ter funcionado para interromper a alimentação do motor, em resposta a uma temperatura excessiva do enrolamento e/ou sobrecarga, somente pode ser religado por ação externa, quando a sua temperatura atingir um valor igual ou inferior ao de rearme

3.43**regime**

indicação das cargas às quais a máquina é submetida, incluindo, se aplicável, períodos de partida, de frenagem elétrica, de funcionamento em vazio e de repouso, bem como as suas durações e a sua sequência no tempo

[IEC 60050-411, 411-51-06]

3.44**regime-tipo**

regime contínuo, de tempo limitado ou periódico, incluindo uma ou mais cargas que permanecem constantes para a duração especificada, ou regime não periódico no qual geralmente a carga e a velocidade variam em uma faixa de funcionamento admissível

[IEC 60050-411, 411-51-13]

3.45**regime-tipo periódico**

quando equilíbrio térmico não é atingido durante o tempo de funcionamento em carga. Esta definição se aplica aos regimes tipos S3, S4, S5, S6 e S7 que são ilustrados nas Figuras 3, 4, 5, 6 e 7 da Seção 4

3.46**repouso**

ausência completa de todo movimento e de toda alimentação elétrica ou de todo acionamento mecânico

[IEC 60050-411, 411-51-03]

3.47**sobrecarga térmica de variação lenta (sobrecarga)**

elevação lenta da temperatura, acima da temperatura normal de funcionamento. A variação da temperatura da parte protegida é suficientemente lenta, para que a temperatura do dispositivo de proteção térmica possa segui-la sem retardo apreciável. Uma sobrecarga térmica de variação lenta pode ser causada, por exemplo, por:

- a) defeitos na ventilação ou no sistema de ventilação, como: obstrução parcial dos dutos de ventilação, excesso de poeira, sujeira depositada nos enrolamentos ou nas aletas de resfriamento da carcaça;
- b) elevação excessiva da temperatura ambiente ou do meio refrigerante;

ABNT NBR 17094-2:2016

- c) aumento gradual de uma sobrecarga mecânica;
- d) variação de tensão superiores que os especificados em 7.3;
- e) sobrecarga prolongada na alimentação do motor;
- f) regime excessivo de funcionamento de um motor especificado para regime intermitente.

3.48

sobrecarga térmica de variação rápida (rotor bloqueado)

elevação rápida da temperatura, acima da temperatura normal de funcionamento. A variação da temperatura da parte protegida pode ser demasiadamente rápida, não permitindo que a temperatura do dispositivo de proteção térmica a siga sem retardo apreciável. Isto pode resultar em uma diferença de temperatura significativa entre o dispositivo de proteção térmica e a parte protegida. Uma sobrecarga térmica de variação rápida pode ser causada pelo bloqueio do motor, ou em certas circunstâncias, por partida em condições anormais (inércia excessiva, tensão demasiadamente baixa, conjugado da carga extremamente elevado)

3.49

tensão dupla

motor elétrico monofásico que tem no mínimo quatro cabos de ligação como pontos de entrada de energia para possibilitar uma ligação tipo série ou paralelo dos enrolamentos por meio de uma reconexão destes cabos terminais

3.50

tensão única

motor elétrico monofásico que tem no mínimo dois cabos de ligação como pontos de entrada de energia e pode ter um terceiro cabo de aterramento, configuração esta que não permite a reconexão destes cabos em ligações tipo série ou paralelo

3.51

última corrente de desligamento (*ultimate trip current*) (UTC)

valor da corrente correspondente à máxima carga contínua que o motor é capaz de suportar, sem causar a atuação do dispositivo de proteção térmica

3.52

valor de plena carga

valor de uma grandeza para uma máquina funcionando a plena carga

[IEC 60050-411, 411-51-11]

NOTA Este conceito é aplicável à potência, ao conjugado, à corrente, à velocidade etc.

3.53

valor nominal

valor de uma grandeza atribuído, geralmente pelo fabricante, a uma condição de funcionamento especificada de uma máquina

4 Regimes

4.1 Especificação de um regime

É de responsabilidade do comprador definir o tipo de regime. O comprador pode descrever o tipo de regime por um dos seguintes métodos:

- a) numericamente, quando a carga não varia ou varia de forma conhecida;

- b) graficamente, por um gráfico das grandezas variáveis em função do tempo;
- c) pela seleção de um dos tipos de regime S1 a S7 que não seja menos severo que o regime real.

O tipo de regime deve ser designado por uma abreviação apropriada, especificada em 4.2.

Uma expressão para o fator de duração do ciclo é dada na figura do tipo de regime correspondente.

Quando o comprador não declara o tipo de regime, o fabricante deve considerar que o tipo de regime S1 (regime contínuo) é aplicado.

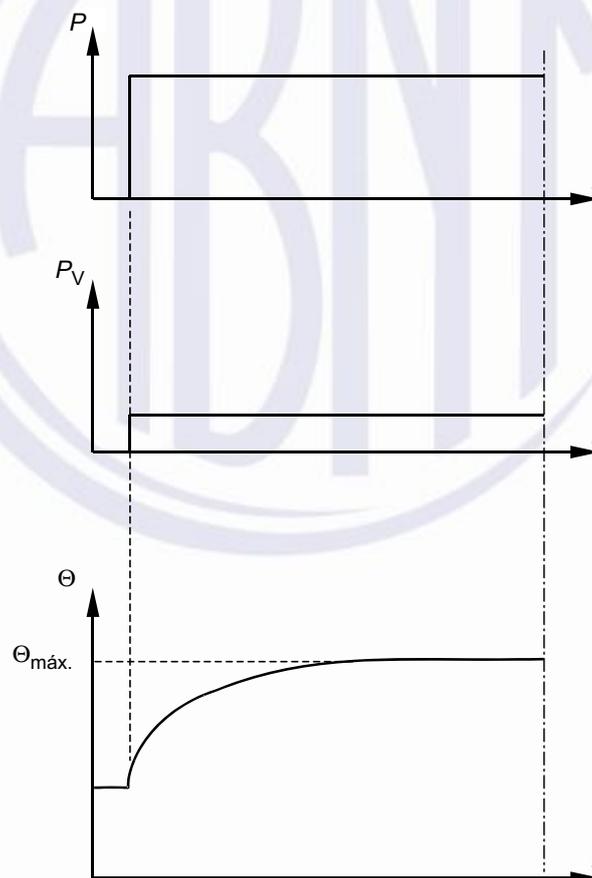
NOTA O regime S1 também pode ser chamado regime contínuo.

4.2 Tipos de regimes

4.2.1 Regime tipo S1 – Regime contínuo

Funcionamento à carga constante, com duração suficiente para que o equilíbrio térmico seja alcançado (ver Figura 1).

A abreviação apropriada é S1.



Legenda

- P carga
- P_V perdas elétricas
- Θ temperatura
- $\Theta_{máx.}$ temperatura máxima atingida durante o ciclo
- t tempo

Figura 1 – Regime contínuo – Regime tipo S1

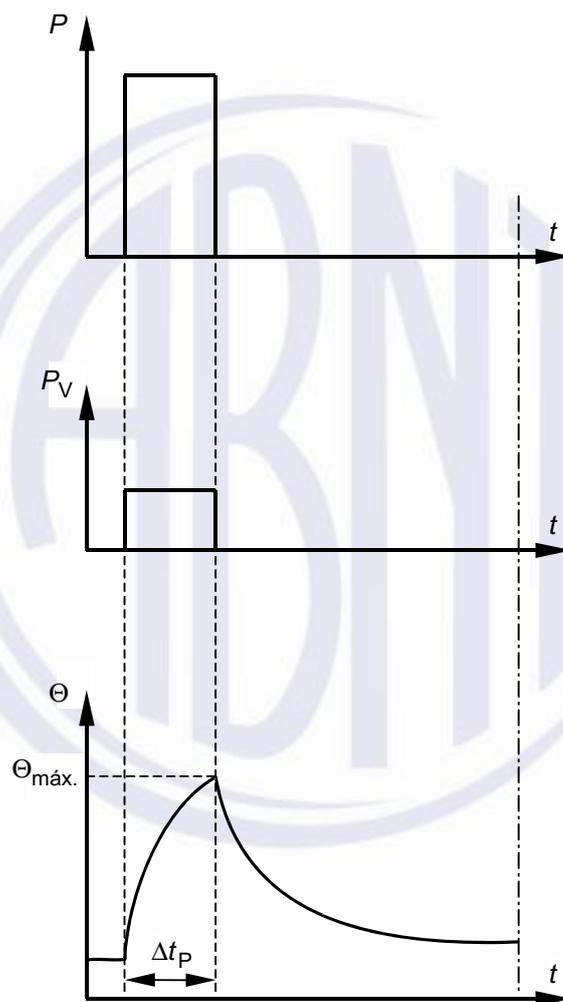
ABNT NBR 17094-2:2016

4.2.2 Regime tipo S2 – Regime de tempo limitado

Funcionamento à carga constante durante um tempo determinado, inferior ao necessário para atingir o equilíbrio térmico, seguido por um tempo de repouso de duração suficiente para restabelecer a temperatura da máquina dentro de + 2 K em relação à temperatura do fluido refrigerante (ver Figura 2).

A abreviação apropriada é S2, seguida por uma indicação da duração do regime.

EXEMPLO S2 60 min



Legenda

P	carga
P_V	perdas elétricas
Θ	temperatura
$\Theta_{máx.}$	temperatura máxima atingida durante o ciclo
t	tempo
Δt_P	tempo em funcionamento à carga constante

Figura 2 – Regime de tempo limitado – Regime tipo S2

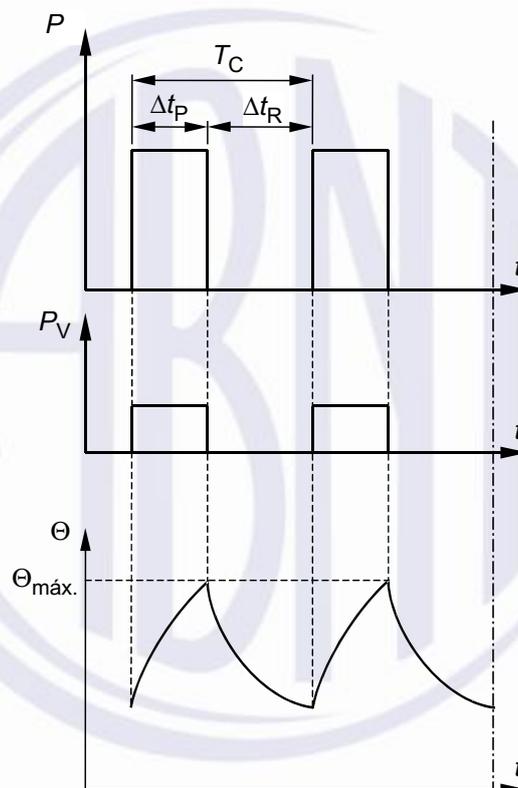
4.2.3 Regime tipo S3 – Regime intermitente periódico

Sequência de ciclos de regime idênticos, cada qual incluindo um tempo de funcionamento com carga constante e um tempo desenergizado e em repouso (ver Figura 3). Neste regime o ciclo é tal que a corrente de partida não afeta significativamente a elevação de temperatura.

A abreviação apropriada é S3, seguida pelo fator de duração do ciclo.

EXEMPLO S3 25 %.

NOTA Regime periódico implica que o equilíbrio térmico não seja alcançado durante a operação com carga.



Legenda

- P carga
- P_V perdas elétricas
- Θ temperatura
- $\Theta_{máx.}$ temperatura máxima atingida durante o ciclo
- t tempo
- T_C duração de um ciclo
- Δt_P tempo de funcionamento à carga constante
- Δt_R tempo desenergizado e em repouso

Fator de duração do ciclo = $\Delta t_P / T_C$

Figura 3 – Regime intermitente periódico – Regime tipo S3

ABNT NBR 17094-2:2016

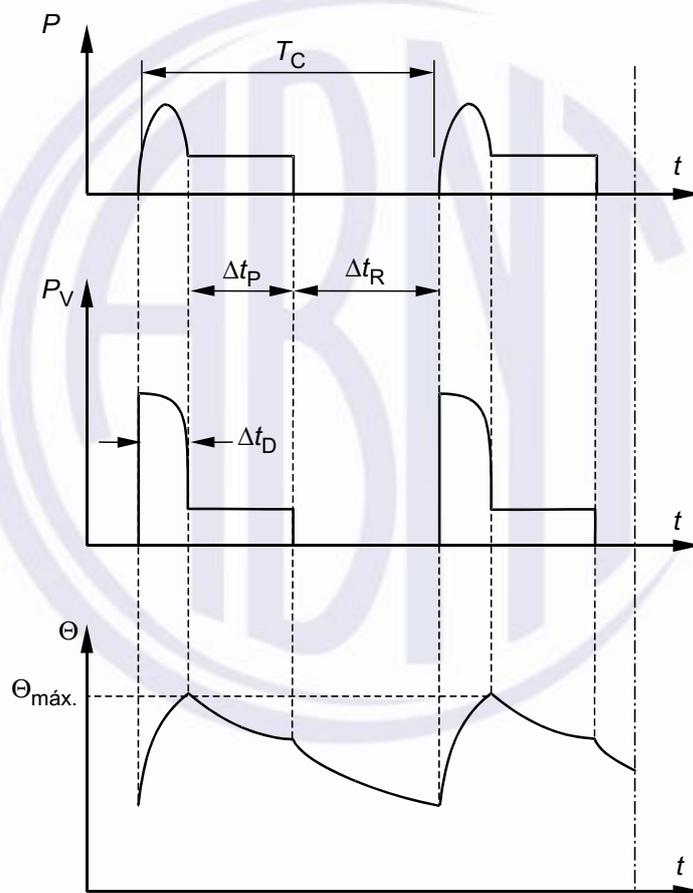
4.2.4 Regime tipo S4 – Regime intermitente periódico com partidas

Sequência de ciclos de regime idênticos, cada qual incluindo um tempo de partida significativo, um tempo de funcionamento com carga constante e um tempo de repouso (ver Figura 4).

A abreviação apropriada é S4, seguida pelo fator de duração do ciclo, o momento de inércia do motor (J_M) e o momento de inércia da carga (J_{ext}), ambos referidos ao eixo do motor.

EXEMPLO S4 25 % $J_M = 0,15 \text{ kg.m}^2$ $J_{ext} = 0,7 \text{ kg.m}^2$

NOTA O regime periódico implica que o equilíbrio térmico não seja alcançado durante a operação com carga.



Legenda

P	carga	T_C	duração de um ciclo
P_V	perdas elétricas	Δt_D	tempo de aceleração/partida
Θ	temperatura	Δt_P	tempo de funcionamento à carga constante
$\Theta_{máx.}$	temperatura máxima atingida durante o ciclo	Δt_R	tempo desenergizado e em repouso
t	tempo		

$$\text{Fator de duração do ciclo} = (\Delta t_D + \Delta t_P) / T_C$$

Figura 4 – Regime intermitente periódico com partida – Regime tipo S4

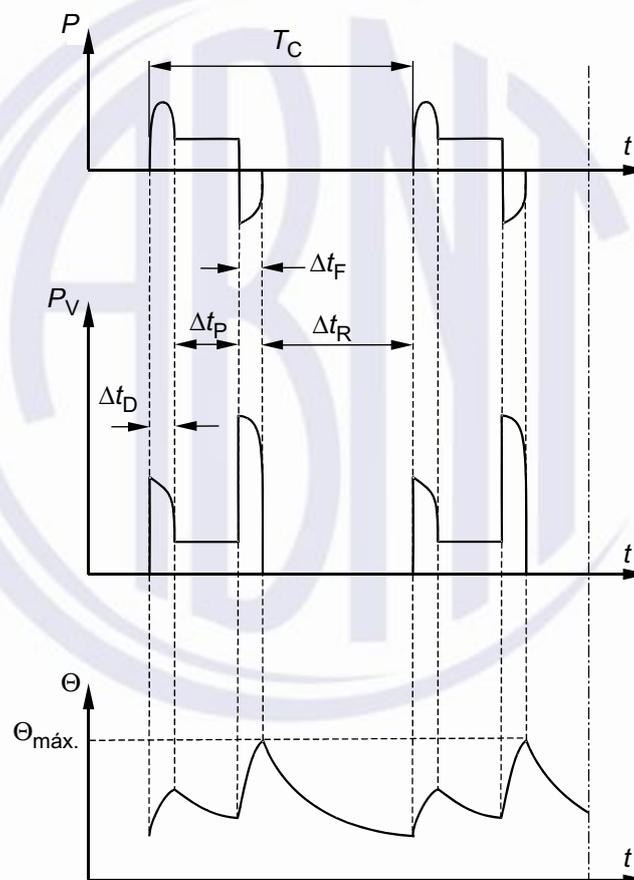
4.2.5 Regime tipo S5 – Regime intermitente periódico com frenagem elétrica

Sequência de ciclos de regime idênticos, cada qual incluindo um tempo de partida, um tempo de funcionamento à carga constante, um tempo de frenagem elétrica rápida e um tempo desenergizado e em repouso (ver Figura 5).

A abreviação apropriada é S5, seguida pelo fator de duração do ciclo, pelo momento de inércia do motor (J_M) e pelo momento de inércia da carga (J_{ext}), ambos referidos ao eixo do motor.

EXEMPLO S5 25 % $J_M = 0,15 \text{ kg.m}^2$ $J_{ext} = 0,7 \text{ kg.m}^2$

NOTA O regime periódico implica que o equilíbrio térmico não seja alcançado durante a operação com carga.



Legenda

P	carga	T_C	duração de um ciclo
P_V	perdas elétricas	Δt_D	tempo de aceleração/partida
Θ	temperatura	Δt_P	tempo de funcionamento à carga constante
$\Theta_{m\acute{a}x.}$	temperatura máxima atingida durante o ciclo	Δt_F	tempo de frenagem elétrica
t	tempo	Δt_R	tempo desenergizado e em repouso

Fator de duração do ciclo = $(\Delta t_D + \Delta t_P + \Delta t_F)/T_C$

Figura 5 – Regime intermitente periódico com frenagem elétrica – Regime tipo S5

ABNT NBR 17094-2:2016

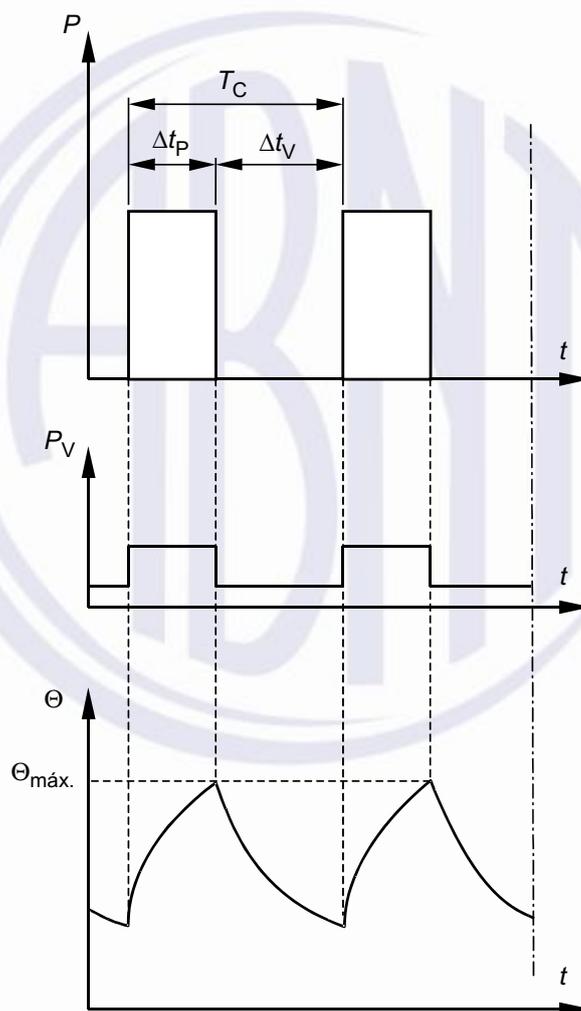
4.2.6 Regime tipo S6 – Regime de funcionamento contínuo periódico com carga intermitente

Sequência de ciclos de regime idênticos, cada qual incluindo um tempo de funcionamento à carga constante e um tempo de funcionamento em vazio. Não existe tempo desenergizado e em repouso (ver Figura 6).

A abreviação apropriada é S6, seguida pelo fator de duração do ciclo.

EXEMPLO S6 40 %

NOTA O regime periódico implica que o equilíbrio térmico não seja alcançado durante a operação com carga.



Legenda

P	carga	t	tempo
P_V	perdas elétricas	T_C	duração de um ciclo
Θ	temperatura	Δt_P	tempo de funcionamento à carga constante
$\Theta_{máx.}$	temperatura máxima atingida durante o ciclo	Δt_V	tempo de funcionamento em vazio

Fator de duração do ciclo = $\Delta t_P / T_C$

Figura 6 – Regime de funcionamento contínuo periódico com carga intermitente – Regime tipo S6

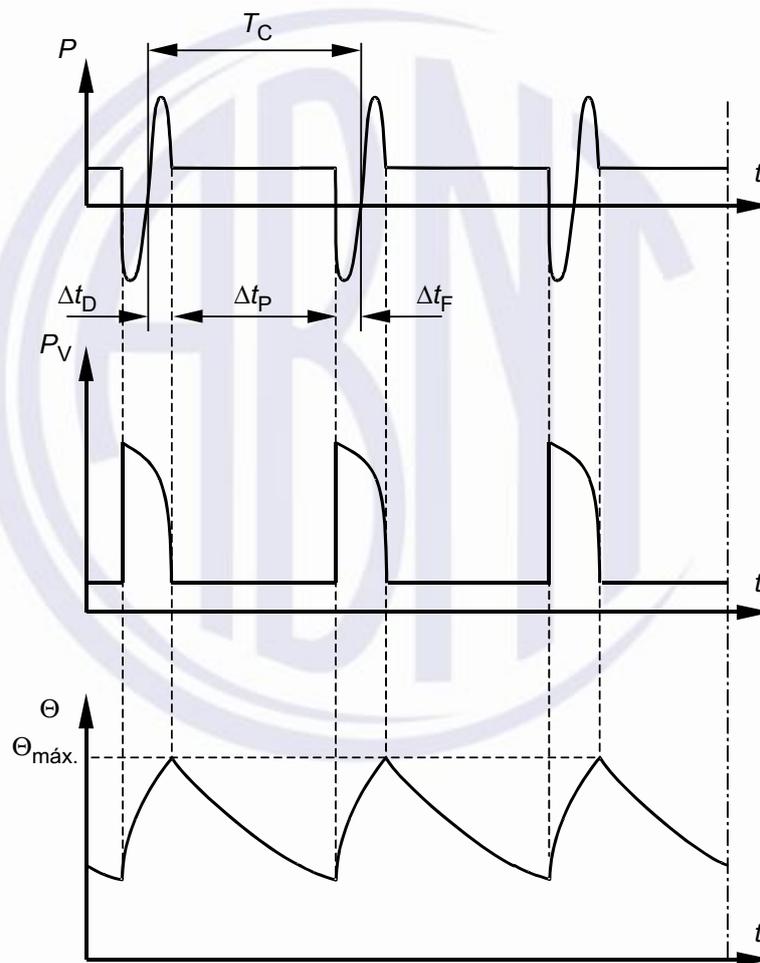
4.2.7 Regime tipo S7 – Regime de funcionamento contínuo periódico com frenagem elétrica

Sequência de ciclos de regime idênticos, cada qual incluindo um tempo de partida, um tempo de funcionamento à carga constante e um tempo de frenagem elétrica. Não existem tempo desenergizado e em repouso (ver Figura 8).

A abreviação apropriada é S7, seguida pelo momento de inércia do motor (J_M) e o momento de inércia da carga (J_{ext}), ambos referidos ao eixo do motor.

EXEMPLO S7 $J_M = 0,4 \text{ kg.m}^2$ $J_{ext} = 7,5 \text{ kg.m}^2$

NOTA O regime periódico implica que o equilíbrio térmico não seja alcançado durante a operação com carga.



Legenda

P	carga	T_C	duração de um ciclo
P_V	perdas elétricas	Δt_D	tempo de aceleração/partida
Θ	temperatura	Δt_P	tempo de funcionamento à carga constante
$\Theta_{m\acute{a}x.}$	temperatura máxima atingida durante o ciclo	Δt_F	tempo de frenagem elétrica
t	tempo		

Fator de duração do ciclo = 1

Figura 7 – Regime de funcionamento contínuo periódico, com frenagem elétrica – Regime tipo S7

ABNT NBR 17094-2:2016

5 Características nominais

5.1 Declaração das características nominais

As características nominais, como definido em 3.1, devem ser atribuídas pelo fabricante. Na declaração das características nominais, o fabricante deve selecionar uma das classes de características nominais definidas em 5.2.1 a 5.2.6. A designação da classe de característica nominal deve ser escrita após a potência nominal. Se nenhuma característica for anotada, características nominais para regime de operação contínuo são aplicadas.

Quando componentes acessórios (como reatores, capacitores etc.) são conectados pelo fabricante como parte da máquina, os valores das características nominais devem se referir aos terminais de alimentação de todo o conjunto.

NOTA Isto não se aplica a transformadores de potência conectados entre a máquina e a fonte de alimentação.

5.2 Classes de características nominais

5.2.1 Características nominais para regime contínuo

Características nominais com as quais a máquina pode ser operada por um período ilimitado, e em conformidade com os requisitos desta Parte da ABNT NBR 17094.

Esta classe de características nominais corresponde ao regime tipo S1 e é designada como regime tipo S1.

5.2.2 Características nominais para regime de tempo limitado

Características nominais com as quais a máquina pode ser operada por um período limitado, partindo à temperatura ambiente, e em conformidade com os requisitos desta Parte da ABNT NBR 17094.

Esta classe de características nominais corresponde ao regime tipo S2 e é designada como regime tipo S2.

5.2.3 Características nominais para regime periódico

Características nominais com as quais a máquina pode ser operada no regime de ciclos, e em conformidade com os requisitos desta Parte da ABNT NBR 17094.

Esta classe de características nominais corresponde a um dos regimes periódicos tipo S3 a S7 e é designada como o regime de tipo correspondente.

A menos que especificado ao contrário, a duração de um ciclo de regime deve ser de 10 min e o fator de duração do ciclo deve ter um dos seguintes valores: 15 %, 25 %, 40 % ou 60 %.

5.2.4 Características nominais para carga equivalente

Características nominais, para o propósito de ensaios, com as quais a máquina pode ser operada em carga constante até alcançar o equilíbrio térmico e que resulta na mesma elevação de temperatura do enrolamento do estator que a elevação da temperatura média durante um ciclo de carga do regime de tipo especificado.

A determinação de uma característica nominal equivalente deve considerar a variação da carga, velocidade e resfriamento do ciclo do regime.

Esta classe de características nominais, se aplicada, é designada “equ”.

5.3 Seleção de uma classe de características nominais

Um motor fabricado para aplicação geral deve ter características nominais para regime de operação contínuo e ser capaz de funcionar no regime tipo S1.

Se o regime não for especificado pelo comprador, aplica-se o regime tipo S1 e a característica nominal atribuída deve ser para regime de operação contínuo.

Quando um motor tiver características nominais para regime de tempo limitado, elas devem ser baseadas no tipo de regime S2 (ver 4.2.2).

Quando um motor for destinado a acionar cargas variáveis, ou cargas incluindo um período de funcionamento em vazio ou períodos de repouso, as características nominais devem ser para regime periódico, baseadas em um dos tipos de regimes S3 a S7 (ver 4.2.3 a 4.2.7).

5.4 Atribuição da potência a uma classe de características nominais

Na determinação das características nominais, para tipos de regime S1 a S7, o(s) valor(es) especificado(s) da(s) carga(s) constante(s) deve(m) ser a(s) potência(s) nominal(is) (ver 4.2.1 a 4.2.7).

5.5 Máquinas com mais de uma característica nominal

Para máquinas com mais de uma característica nominal, a máquina deve estar de acordo com esta Parte da ABNT NBR 17094 em todos os aspectos para cada condição nominal.

Quando uma grandeza nominal (potência, tensão, velocidade etc.) puder assumir vários valores ou variar continuamente entre dois limites, as características nominais devem ser estabelecidas para estes valores ou limites. Esta situação não se aplica para variação de tensão e frequência durante a operação conforme definido em 7.3 ou quando sistemas de partida forem utilizados.

6 Condições de funcionamento no local de instalação

6.1 Generalidades

6.1.1 Os motores de indução monofásicos devem ser escolhidos considerando as condições ambientais às quais estão sujeitos, bem como as condições de operação. Os motores fabricados em conformidade com esta Parte da ABNT NBR 17094 são para funcionamento de acordo com suas características nominais, sob as condições ambientais usuais indicadas em 6.2 ou suas variações indicadas em 9.4.2, sob as condições elétricas e suas variações indicadas em 7.2 e 7.3 e para acoplamento direto. Para condições diferentes das especificadas nesta Parte da ABNT NBR 17094 (ver 7.4), são necessários motores especiais, embora, em alguns casos, motores fabricados conforme esta Parte da ABNT NBR 17094 possam ser utilizados sem modificação.

6.1.2 Condições de funcionamento diferentes das especificadas nesta Parte da ABNT NBR 17094 podem acarretar algum risco adicional, o qual depende do seu grau de afastamento. Este risco adicional resulta de fatores como sobreaquecimento, falha mecânica, deterioração anormal do sistema de isolamento, corrosão, fogo ou explosão.

ABNT NBR 17094-2:2016

6.1.3 Os fabricantes de motor de indução monofásico e do equipamento acionado devem ser consultados sobre condições especiais que aumentem o regime térmico ou mecânico do motor e, como resultado, aumentem o risco de falha.

6.2 Altitude, temperatura ambiente e temperatura do fluido refrigerante

A menos que especificado ao contrário, os motores devem ser adequados para as seguintes condições de funcionamento no local de instalação. Para condições de funcionamento diferentes, são dadas correções em 9.4.4.

O local de instalação ou um invólucro suplementar, se existir, deve ser tal que não interfira seriamente com o sistema de refrigeração do motor.

6.2.1 Altitude

6.2.1.1 Altitude não superior a 1 000 m.

6.2.1.2 Quando a altitude for superior a 1 000 m, deve haver uma compensação na temperatura ambiente de acordo com a Tabela 9, para o aproveitamento da potência nominal (P_n).

6.2.1.3 Quando a altitude for superior a 1 000 m e não houver compensação na temperatura ambiente deve ser utilizado o fator multiplicativo da Tabela 1 sobre o valor da potência nominal (P_n), que estiver marcado na placa de identificação do motor.

6.2.2 Temperatura do ar ambiente

6.2.2.1 A temperatura ambiente (AMB) de que trata esta Parte da ABNT NBR 17094 se refere ao valor máximo que se pode atingir considerando a estação mais quente do ano e considerando a sua variação ao longo do dia. Para o caso da necessidade de operar o motor próximo a estufas ou fornos, deve-se tomar como base o valor máximo de temperatura atingida nestes locais.

6.2.2.2 A temperatura do ar ou gás ambiente deve ser medida por meio de um ou mais detectores de temperatura colocados em pontos diferentes em torno do motor, a meia altura da carcaça, a uma distância de 1 m a 2 m do motor e protegidos de toda radiação de calor e de correntes de ar.

6.2.2.3 Associando os efeitos da variação da temperatura do ar ambiente com a altitude acima do nível do mar, a capacidade de dissipação das perdas do motor define o valor da potência útil, que é obtido multiplicando-se a potência nominal (P_n) da placa de identificação pelo fator de multiplicação da Tabela 1.

6.2.2.4 Quando a temperatura do ar ambiente no local de funcionamento for superior a 40 °C, com altitude superior a 1 000 m, deve ser observada a Tabela 1 para o atendimento das características nominais.

Tabela 1 – Correções da potência nominal (P_n) para levar em conta a temperatura máxima do ar ambiente e a altitude acima do nível do mar

Temperatura máxima do ar ambiente em °C (AMB)	Fator de multiplicação da potência nominal						
	Altitude acima do nível do mar						
	m						
	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000
10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97
15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,94
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,91

Tabela 1 (continuação)

Temperatura máxima do ar ambiente em °C (AMB)	Fator de multiplicação da potência nominal						
	Altitude acima do nível do mar						
	m						
	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000
25	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,93	0,89
30	1,00	1,00	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86
35	1,00	1,00	0,96	0,93	0,90	0,88	0,84
40	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,81
45	0,96	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,78

6.2.3 Temperatura da água para motores de bombas submersas

6.2.3.1 A temperatura da água não pode ser superior a 25 °C. A temperatura da água a ser bombeada é um fator importante a ser considerado na especificação de uma bomba submersa, sob pena de colocar em operação um equipamento inadequado. Os motores submersos, exceto os de construção especial, são projetados para trabalho em águas com temperaturas máximas de 25 °C, em condições de refrigeração normais.

6.2.3.2 Os motores de bombas submersas são projetados para operar totalmente submersos dentro do líquido de bombeamento, no mínimo 1 m abaixo do nível dinâmico.

6.2.3.3 A profundidade máxima deve ser objeto de consulta ao fabricante que especifica o seu valor de acordo com o diâmetro do tubo de sucção e descarga, e também do seu modelo construtivo.

6.2.3.4 Temperaturas da água superiores a 25 °C geram um sobreaquecimento no motor, o que implica uma vida útil inferior àquela do motor, quando operado com temperatura da água até 25 °C. O superaquecimento reduz a capacidade de isolamento, com fugas de corrente cada vez maiores, com uma queda da rotação que diminui a vazão da bomba submersa.

6.2.3.5 Esta Parte da ABNT NBR 17094 não recomenda o uso de bombas submersas para operar em temperaturas superiores a 60 °C, como mostra a Tabela 2, salvo acordo entre o fabricante e o comprador.

Tabela 2 – Correções da potência nominal (P_n) para levar em conta a temperatura da água a ser bombeada

Temperatura da água a ser bombeada °C	Fator de multiplicação da potência nominal
25	1,00
30	0,98
35	0,94
40	0,88
45	0,81

ABNT NBR 17094-2:2016**Tabela 2** (continuação)

Temperatura da água a ser bombeada °C	Fator de multiplicação da potência nominal
50	0,73
55	0,62
60	0,50

6.2.4 Temperaturas mínimas do ar ambiente e do fluido refrigerante

A temperatura do ar no local de funcionamento não pode ser inferior a - 15 °C. Isto se aplica a todos os motores exceto aos seguintes:

- a) motores com potência nominal inferior a 600 W e todos os motores com mancais de deslizamento. Para estes motores, a temperatura ambiente não pode ser inferior a + 5 °C;
- b) motores cujo fluido refrigerante é a água. A temperatura mínima da água não pode ser inferior a + 5 °C.

NOTA Se for prevista uma temperatura do ar ambiente inferior às indicadas acima, cabe ao comprador especificar a temperatura mínima do ar ambiente e, se isto for aplicável, somente durante o transporte e a armazenagem ou também após a instalação.

7 Condições elétricas de funcionamento**7.1 Frequência e tensão**

7.1.1 Os motores de indução monofásicos abrangidos por esta Parte da ABNT NBR 17094 devem ser adequados para a frequência 60 Hz. A condição 50 Hz/60 Hz requer um projeto específico.

7.1.2 Para tensão nominal, recomenda-se:

60 Hz

127 V, 220 V, 254 V e 440 V

NOTA 1 Para motores de indução monofásicos acima de 2,2 kW (3 cv), recomenda-se a operação em tensões iguais ou superiores a 220 V.

NOTA 2 Dar atenção especial a este item, pois no Brasil há outras tensões nominais secundárias monofásicas, não padronizadas, autorizadas a serem mantidas pelas concessionárias de energia elétrica.

7.2 Forma e simetria de tensões

Os motores de indução monofásicos devem poder funcionar sob uma tensão de alimentação cujo fator de harmônicos de tensão (*FHV*) é igual ou inferior a 0,03, salvo declaração em contrário do fabricante. O *FHV* deve ser calculado usando a seguinte expressão:

$$FHV = \sqrt{\sum_{N-2}^k \frac{U_n^2}{n}}$$

onde

U_n é o valor por unidade do harmônico de tensão (referido à tensão nominal U_n);

n é a ordem do harmônico.

Geralmente, é suficiente considerar os harmônicos de ordem $n < 13$. No ensaio de elevação de temperatura, especificado na Seção 9, o *FHV* não pode ser superior a 0,015.

Se o limite indicado ocorrer em funcionamento com carga nominal, isto não pode produzir uma temperatura prejudicial ao motor, recomendando-se que o excesso resultante de elevação de temperatura em relação aos limites fixados em 9.4 não seja superior a 10 K.

NOTA A alimentação pode ficar distorcida para além dos limites acima fixados, na proximidade de grandes cargas monofásicas (por exemplo, fornos de indução) e em áreas rurais, particularmente no caso de sistemas mistos industriais e domésticos. Em tais casos, torna-se necessário acordo entre fabricante e comprador.

7.3 Variações de tensão e de frequência durante o funcionamento

7.3.1 Motores de indução para uso em sistema de potência de frequência fixa, alimentado por um gerador c.a. (local ou por rede de fornecimento), com as combinações de variações de tensão e de frequência são classificados como zona A ou zona B, de acordo com a Figura 8.

7.3.2 Os motores de indução monofásicos devem assegurar seu conjugado nominal, como função principal, sob variações de tensão e frequência dentro do limite da zona B da Figura 8.

7.3.3 Um motor deve ser capaz de desempenhar sua função principal continuamente na zona A, mas pode não atender completamente às suas características de desempenho à tensão e frequência nominais (ver ponto de características nominais na Figura 8), apresentando alguns desvios. Para as condições de operação nos limites da zona A, as elevações de temperatura e as temperaturas totais podem exceder em 10 K aos limites de elevação de temperatura e de temperatura total especificados nesta Parte da ABNT NBR 17094.

7.3.4 Um motor deve ser capaz de desempenhar sua função principal na zona B, mas pode apresentar desvios superiores àqueles da zona A, no que se refere às características de desempenho à tensão e frequência nominais (ver ponto de características nominais na Figura 8). Para as condições de operação nos limites da zona B, as elevações de temperatura e as temperaturas totais podem exceder 20 K aos limites de elevação de temperatura e de temperatura total especificados nesta Parte da ABNT NBR 17094, para o ponto de características nominais. Funcionamento prolongado na periferia da zona B não é recomendado, em função da redução de sua vida útil no sistema de isolamento.

7.3.5 Se um motor tiver mais de uma tensão nominal, os limites de elevação de temperatura ou de temperatura total devem aplicar-se a todas as tensões declaradas.

ABNT NBR 17094-2:2016

7.3.6 Quando um motor possuir uma faixa de tensão nominal em uma mesma ligação, considerar-se-á o ponto de característica nominal o valor médio da faixa declarada.

EXEMPLO 1 Tensão: 110-127 V

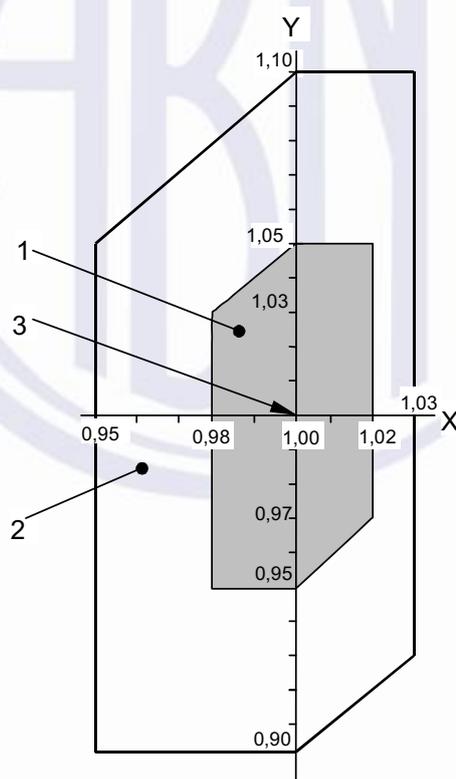
Neste caso, considera-se o valor médio de tensão de 118,5 V para avaliação dos limites de temperatura.

EXEMPLO 2 Tensão: 220-254 V

Neste caso, considera-se o valor médio de tensão de 237 V para avaliação dos limites de temperatura.

NOTA 1 Os exemplos são aplicados em variação de tensão durante o funcionamento (para limites da Tabela 8) e não está relacionado ao rendimento nominal que por sua vez é determinado pelo valor de tensão nominal marcado na placa de identificação.

NOTA 2 Nas condições de funcionamento reais, o motor é, às vezes, solicitado a funcionar fora do perímetro da zona A. Recomenda-se limitar tais afastamentos em valor, duração e frequência de ocorrência. Convém tomar medidas corretivas, quando possível, dentro de um tempo razoável, como por exemplo, uma redução de potência. Tais medidas podem evitar uma redução na vida do motor devido aos efeitos da temperatura. Isto pode ocorrer com o funcionamento dos motores nos limites inferiores de tensão estabelecidos pelo ANEEL para as concessionárias de energia elétrica.

**Legenda**

- 1 zona A
- 2 zona B (exterior à zona A)
- 3 ponto de características nominais
- X frequência (p.u.)
- Y tensão (p.u.)

Figura 8 – Limites das variações de tensão e de frequência em funcionamento

7.4 Condições de funcionamento especiais

7.4.1 Para condições de funcionamento diferentes daquelas indicadas na Seção 6, as correções a serem adotadas constam em 9.4.2. Quanto às condições referidas em 7.2 e 7.3, na própria seção já há informações sobre o que ocorre quando elas variam.

7.4.2 O fabricante deve ser consultado para outras condições de funcionamento especiais que possam afetar a construção ou o funcionamento do motor de indução monofásico, entre as quais estão as mencionadas em 7.4.2.1 a 7.4.2.5.

7.4.2.1 Exposição a:

- a) poeiras combustíveis, explosivas, abrasivas ou condutoras;
- b) fibras ou partículas em suspensão cujo acúmulo possa interferir com a ventilação normal;
- c) emanções químicas, gases inflamáveis ou explosivos;
- d) radiação nuclear;
- e) vapor d'água, ar salino ou vapor de óleo;
- f) atmosferas úmidas ou muito secas, infestação de insetos ou atmosferas propícias ao crescimento de fungos;
- g) choque, vibração ou carga mecânica anormal proveniente de fontes externas;
- h) empuxo axial ou radial anormal imposto ao eixo do motor.

7.4.2.2 Funcionamento em que:

- a) o acionamento é feito por meio de correias em "V", correias planas, correntes ou redutores;
- b) a carga acionada é de elevada inércia;
- c) a carga acionada é do tipo alternativo (bombas e compressores alternativos);
- d) a carga acionada requer um conjugado com rotor bloqueado superior ao valor mínimo do tipo de motor definido na Seção 1.

7.4.2.3 Funcionamento em velocidades diferentes da velocidade nominal.

7.4.2.4 Funcionamento em locais insuficientemente ventilados, em poços ou em posição inclinada.

7.4.2.5 Funcionamento quando sujeito a:

- a) cargas que causem impacto torsional;
- b) sobrecargas anormais repetitivas;
- c) inversão ou frenagem elétrica;
- d) partidas frequentes;

ABNT NBR 17094-2:2016

- e) partidas com tensão reduzida;
- f) variações de tensão e/ou frequência maiores que as mencionadas em 7.3.

8 Características de partida para motores de uso geral**8.1 Generalidades**

Esta Seção apresenta as características de partida aplicáveis aos motores de indução monofásicos, de uma velocidade, regime tipo S1 (regime contínuo), com qualquer grau de proteção, frequência de 60 Hz e especificados em 8.2 a 8.4.

Estas características de partida também são aplicáveis a motores de tensão dupla, desde que o nível de saturação do fluxo magnético seja o mesmo para ambas as tensões, o que deve atender a uma condição da definição de tensão dupla descrita em 3.49.

NOTA 1 Aplicações específicas podem requerer a utilização de motores com características de partida diferentes em relação às apresentadas nesta Seção. Neste caso, estas características são objeto de acordo entre fabricante e comprador.

NOTA 2 Na conexão da maior tensão para motores de tensão dupla, definido em 3.49, são admissíveis valores mínimos 10 % menores para C_p/C_n , $C_{mín.}/C_n$ e $C_{máx.}/C_n$ da Tabela 3 e para $C_{máx.}/C_n$ da Tabela 5.

8.2 Motores de indução monofásicos, com capacitor de partida (CST) ou de dois valores (CSR) com dois ou quatro polos**8.2.1 Conjugados com rotor bloqueado, mínimo e máximo**

O conjugado com rotor bloqueado (C_p), conjugado mínimo ($C_{mín.}$) e o conjugado máximo ($C_{máx.}$), cada um expresso pela razão para o conjugado nominal (C_n), devem ter seus valores mínimos à tensão nominal, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Valores mínimos do conjugado com rotor bloqueado (C_p), conjugado mínimo ($C_{mín.}$) e do conjugado máximo ($C_{máx.}$), expressos pela razão para o conjugado nominal (C_n), para motores monofásicos de capacitor de partida (CST) ou de dois valores (CSR)

Potência nominal (P_n)		Número de polos					
		2			4		
kW	cv	C_p/C_n	$C_{mín.}/C_n$	$C_{máx.}/C_n$	C_p/C_n	$C_{mín.}/C_n$	$C_{máx.}/C_n$
0,09	1/8	2,40	1,44	2,55	3,00	2,05	2,85
0,12	1/6	2,30	1,38	2,45	2,90	1,98	2,75
0,18	1/4	2,20	1,34	2,35	2,80	1,91	2,65
0,25	1/3	2,10	1,29	2,25	2,70	1,84	2,55
0,37	1/2	2,00	1,25	2,15	2,60	1,77	2,45
0,55	3/4	1,95	1,22	2,10	2,50	1,70	2,35

Tabela 3 (continuação)

Potência nominal (P_n)		Número de polos					
		2			4		
kW	cv	C_p/C_n	$C_{mín.}/C_n$	$C_{máx.}/C_n$	C_p/C_n	$C_{mín.}/C_n$	$C_{máx.}/C_n$
0,75	1,0	1,90	1,19	2,05	2,40	1,65	2,30
1,1	1,5	1,80	1,13	1,95	2,30	1,58	2,20
1,5	2,0	1,70	1,08	1,90	2,20	1,51	2,10
2,2	3,0	1,60	1,00	1,80	2,10	1,44	2,00
3,0	4,0	1,50	1,00	1,65	2,00	1,37	1,90
3,7	5,0	1,50	1,00	1,55	1,90	1,30	1,80
4,5	6,0	1,50	1,00	1,50	1,80	1,23	1,70
5,5	7,5	1,50	1,00	1,50	1,70	1,16	1,60
7,5	10,0	1,50	1,00	1,50	1,60	1,09	1,50
9,2	12,5	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,50
11,0	15,0	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,50

8.2.2 Potência aparente com rotor bloqueado

A potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressa pela razão para a potência de saída nominal (P_n), deve ter seu valor máximo conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Valores máximos da potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressos pela razão para a potência nominal (P_n), para motores monofásicos de capacitor de partida (CST) ou de dois valores (CSR)

Potência nominal (P_n)		Potência aparente com rotor bloqueado (S_p/P_n)	
kW	cv	kVA/kW	kVA/cv
0,09	1/8	28,1	20,7
0,12	1/6	24,9	18,3
0,18	1/4	21,6	15,9
0,25	1/3	19,4	14,3
0,37	1/2	17,9	13,2
0,55	3/4	16,8	12,4
0,75	1,0	15,9	11,7
1,1	1,5	14,8	10,9
1,5	2,0	14,3	10,5
2,2	3,0	13,7	10,1
3,0	4,0	13,0	9,6

ABNT NBR 17094-2:2016

Tabela 4 (continuação)

Potência nominal (P_n)		Potência aparente com rotor bloqueado (S_p/P_n)	
kW	cv	kVA/kW	kVA/cv
3,7	5,0	12,5	9,2
4,5	6,0	11,8	8,7
5,5	7,5	11,1	8,2
7,5	10,0	10,6	7,8
9,2	12,5	9,9	7,3
11,0	15,0	9,4	6,9

NOTA Para obter a relação I_p/I_n , multiplica-se o valor de kVA/kW pelo produto do rendimento e fator de potência a plena carga.

onde

I_p é a corrente com rotor bloqueado;

I_n é a corrente nominal.

8.3 Motores de indução monofásicos, com capacitor permanente (PSC) e campo distorcido (*shaded-pole*) com dois ou quatro polos

8.3.1 Conjugado máximo

O conjugado máximo ($C_{m\acute{a}x.}$), expresso pela razão para o conjugado nominal (C_n), deve ter o seu valor mínimo à tensão nominal conforme a Tabela 5.

8.3.2 Potência aparente com rotor bloqueado

A potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressa pela razão para a potência de saída nominal (P_n), deve ter seu valor máximo conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – Valores mínimos do conjugado máximo ($C_{m\acute{a}x.}$), expressos pela razão para o conjugado nominal (C_n), e valores máximos da potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressos pela razão para a potência de saída nominal (P_n), para motores monofásicos de capacitor permanente (PSC) e campo distorcido (*shaded-pole*)

Potência nominal (P_n)		Número de polos			
		2		4	
kW	cv	$C_{m\acute{a}x.}/C_n$	kVA/cv	$C_{m\acute{a}x.}/C_n$	kVA/cv
0,09	1/8	1,80	11,0	1,50	11,0
0,12	1/6	1,74	9,8	1,47	9,8
0,18	1/4	1,67	8,6	1,45	8,6
0,25	1/3	1,61	7,5	1,42	7,5

Tabela 5 (continuação)

Potência nominal (P_n)		Número de polos			
		2		4	
kW	cv	$C_{m\acute{a}x.}/C_n$	kVA/cv	$C_{m\acute{a}x.}/C_n$	kVA/cv
0,37	1/2	1,55	6,8	1,40	6,8
0,55	3/4	1,48	5,9	1,37	5,9
0,75	1,0	1,42	5,9	1,34	5,9
1,1	1,5	1,36	5,9	1,31	5,9
1,5	2,0	1,30	5,9	1,28	5,9
2,2	3,0	1,23	5,9	1,26	5,9
3,0	4,0	1,17	5,9	1,23	5,9
3,7	5,0	1,10	5,9	1,20	5,9
4,5	6,0	1,10	5,9	1,20	5,9
5,5	7,5	1,10	5,9	1,20	5,9
7,5	10	1,10	5,9	1,20	5,9

8.3.3 Conjugado com rotor bloqueado (C_p) e conjugado mínimo ($C_{m\acute{i}n.}$)

Os valores destes conjugados devem ser capazes de partir o motor na condição de motor frio descrita em 3.31, em sua aplicação com no máximo 5 % abaixo do limite inferior de tensão da zona B, ou seja, com 85 % da tensão nominal, medida nos terminais do motor.

Para este tipo de motor, os valores de conjugado de partida (C_p) são tipicamente menores que o conjugado nominal (C_n).

8.4 Motores de indução monofásicos de fase auxiliar (ISR) com dois ou quatro polos

8.4.1 Conjugado máximo

O conjugado máximo ($C_{m\acute{a}x.}$), expresso pela razão para o conjugado nominal (C_n), deve ter o seu valor mínimo à tensão nominal conforme a Tabela 6.

8.4.2 Potência aparente com rotor bloqueado

A potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressa pela razão para a potência de saída nominal (P_n), deve ter seu valor máximo conforme a Tabela 6.

ABNT NBR 17094-2:2016

Tabela 6 – Valores mínimos do conjugado máximo ($C_{m\acute{a}x.}$), expressos pela razão para o conjugado nominal (C_n), e valores máximos da potência aparente com rotor bloqueado (S_p), expressos pela razão para a potência nominal (P_n), para motores monofásicos de fase auxiliar (*split-phase*) (ISR)

Potência nominal (P_n)		Número de polos			
		2		4	
kW	cv	$C_{m\acute{a}x.}/C_n$	kVA/cv	$C_{m\acute{a}x.}/C_n$	kVA/cv
0,09	1/8	2,26	22,0	2,64	22,0
0,12	1/6	2,21	21,0	2,51	21,0
0,18	1/4	2,13	19,5	2,36	19,5
0,25	1/3	2,06	18,5	2,17	18,5
0,37	1/2	1,98	16,5	1,95	16,5
0,55	3/4	1,92	14,5	1,79	14,5
0,75	1,0	1,86	13,5	1,65	13,5
1,1	1,5	1,80	11,5	1,50	11,5
1,5	2,0	1,80	10,0	1,50	10,0
2,2	3,0	1,80	8,5	1,50	8,5

8.4.3 Conjugado com rotor bloqueado (C_p) e conjugado mínimo ($C_{min.}$)

Os valores destes conjugados devem ser capazes de partir o motor na condição de motor frio descrita em 3.31 em sua aplicação, com no máximo 5 % abaixo do limite inferior de tensão da zona B, ou seja, com 85 % da tensão nominal, medida nos terminais do motor.

Para este tipo de motor, os valores de conjugado de partida (C_p) são usualmente iguais ou pouco superior ao conjugado nominal (C_n).

9 Elevação de temperatura

9.1 Classificação térmica dos motores

Uma classificação térmica, conforme a ABNT NBR IEC 60085, deve ser atribuída aos sistemas de isolamento utilizados nos motores. A classificação deve ser designada pelo valor numérico da máxima temperatura de utilização, em graus Celsius ($^{\circ}C$), para a qual o sistema de isolamento é adequado. É permitido acrescentar ao valor numérico, entre parêntesis, a designação histórica por letra.

É responsabilidade do fabricante do motor interpretar os resultados obtidos no ensaio de durabilidade térmica em função do tipo do motor e de sua aplicação de acordo com as seções aplicáveis da IEC 60034-18-1.

NOTA 1 A classificação térmica de um novo sistema de isolamento não é considerada diretamente relacionada com a capacidade térmica dos diferentes materiais que o constituem.

NOTA 2 É aceitável continuar a utilizar as classificações existentes quando elas tiverem sido comprovadas pela experiência.

9.2 Condições durante o ensaio de elevação de temperatura

9.2.1 Temperatura do fluido refrigerante

Um motor pode ser ensaiado a qualquer temperatura conveniente do fluido refrigerante. Se a temperatura do fluido refrigerante no fim do ensaio de elevação de temperatura diferir em mais de 30 K da temperatura especificada (ou admitida conforme Tabela 10) para o funcionamento no local de instalação, as correções indicadas em 9.4.3 devem ser realizadas.

9.2.2 Medição da temperatura do fluido refrigerante

O valor a ser considerado para a temperatura do fluido refrigerante durante o ensaio de elevação de temperatura deve ser a média das leituras dos detectores de temperatura, realizadas a intervalos de tempo iguais durante a última quarta parte da duração do ensaio. A fim de reduzir erros devido ao retardo com que a temperatura de grandes motores segue as variações de temperatura do fluido refrigerante, todas as precauções adequadas devem ser tomadas para minimizar estas variações.

9.2.3 Motores abertos ou motores fechados

A temperatura do ar ou gás ambiente deve ser medida por meio de um ou mais detectores de temperatura colocados em pontos diferentes em torno do motor, a meia altura da carcaça, a uma distância entre 1 m a 2 m do motor e protegidos de toda radiação de calor e de correntes de ar.

9.3 Determinação da elevação de temperatura dos enrolamentos e de outras partes do motor

9.3.1 Elevação de temperatura de uma parte da máquina

A elevação de temperatura ΔT de uma parte de uma máquina é a diferença entre a temperatura dessa parte da máquina, determinada por método apropriado conforme 9.3.2, e a temperatura do fluido refrigerante medida, conforme 9.2.2.

9.3.2 Métodos de determinação da temperatura ou da elevação de temperatura

Para a determinação das temperaturas dos enrolamentos e de outras partes dos motores, são aceitos três métodos:

- a) método da variação da resistência;
- b) método dos detectores de temperatura embutidos (DTE);
- c) método do detector de temperatura local.

Estes métodos não podem ser utilizados para uma verificação recíproca.

9.3.2.1 Método da variação da resistência

A elevação de temperatura dos enrolamentos é determinada a partir do aumento da sua resistência.

9.3.2.2 Método dos detectores de temperatura embutidos (DTE)

A temperatura é determinada por meio de detectores de temperatura (por exemplo, termômetros de resistência, termopares ou termistores de coeficiente de temperatura negativo) embutidos no motor durante a fabricação em pontos geralmente inacessíveis depois do motor montado.

ABNT NBR 17094-2:2016**9.3.2.3 Método do detector de temperatura local**

A temperatura local de várias partes de um motor pode ser determinada utilizando um detector de temperatura local. A dimensão máxima do sensor não pode exceder 50 mm. O sensor é instalado próximo ao local no qual a temperatura deve ser medida.

Exemplo de detector de temperatura local:

- a) termopares;
- b) termômetros de resistência;
- c) termistores.

Esses detectores são instalados frequentemente como partes permanentes de um motor, em locais inacessíveis a termômetros de vidro. Eles são utilizados para determinar a temperatura local de condutores do enrolamento, das laminações do núcleo dentro do pacote magnético e do enrolamento entre lados de bobina.

9.3.3 Escolha do método de determinação da temperatura dos enrolamentos

Em geral, para determinação da temperatura dos enrolamentos de um motor, deve ser utilizado o método da variação da resistência conforme 9.3.2.1.

9.3.4 Determinação da elevação de temperatura dos enrolamentos pelo método da variação da resistência

A temperatura t_2 pode ser obtida a partir da razão das resistências, pela equação:

$$\frac{t_2 + k}{t_1 + k} = \frac{R_2}{R_1}$$

onde

t_2 é a temperatura do enrolamento no fim do ensaio, expressa em graus Celsius (°C);

t_1 é a temperatura do enrolamento (motor frio com temperatura estabilizada) no momento da medição da resistência R_1 , expressa em graus Celsius (°C);

R_2 é a resistência do enrolamento no fim do ensaio, expressa em ohms (Ω);

R_1 é a resistência do enrolamento na temperatura t_1 , expressa em ohms (Ω);

k igual a 234,5 para cobre eletrolítico com 100 % de condutividade, ou 225 para alumínio com condutividade em volume de 62 % IACS.

A elevação de temperatura (ΔT) $t_2 - t_1$ é calculada pela equação a seguir:

$$t_2 = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (k + t_1) + t_1$$

NOTA Quando a temperatura de um enrolamento for determinada pela variação da resistência, a temperatura do enrolamento antes do ensaio, medida com termômetro, é praticamente a do fluido refrigerante.

9.3.4.1 Correção de medições realizadas após o motor atingir o repouso

A medição de temperaturas, após a parada do motor, pelo método da variação da resistência, requer que o motor pare rapidamente no fim do ensaio de elevação de temperatura. Procedimento cuidadosamente planejado e pessoal em número adequado são necessários, a fim de se obterem leituras com rapidez suficiente para proporcionar dados confiáveis. A leitura inicial da resistência deve ser obtida dentro do intervalo de tempo inferior a 20 s; caso contrário, o ensaio deve ser repetido.

9.3.5 Determinação da elevação de temperatura dos enrolamentos pelo método dos detectores de temperatura embutidos (DTE)

Quando for utilizado o método dos detectores de temperatura embutidos, estes devem estar adequadamente distribuídos entre os enrolamentos do motor. É recomendável que o número de detectores instalados não seja inferior a quatro.

Os detectores devem ser localizados nos pontos presumivelmente mais quentes, de forma a ficarem eficazmente protegidos de um contato com o fluido refrigerante. A leitura mais elevada dos detectores de temperatura embutidos deve ser utilizada para a determinação da temperatura do enrolamento.

Os detectores de temperatura embutidos ou suas conexões podem falhar e originar leituras incorretas; por isto, se uma ou mais destas leituras se revelarem irregulares após uma investigação, elas devem ser eliminadas.

Se houver dois ou mais lados de bobina por ranhura, os detectores devem ser instalados em acordo com 9.3.5.1. Se houver somente um lado de bobina por ranhura ou se for desejado medir a temperatura da cabeça de bobina, os métodos de instalação recomendados são os que constam em 9.3.5.2 e 9.3.5.3.

9.3.5.1 Dois ou mais lados de bobina por ranhura

Os detectores de temperatura devem ser localizados entre os lados de bobina isolados no interior da ranhura, nas posições presumivelmente mais quentes.

9.3.5.2 Um lado de bobina por ranhura

Os detectores embutidos nas ranhuras devem ser localizados entre a cunha e a parte externa da isolação do enrolamento, nas posições presumivelmente mais quentes.

9.3.5.3 Cabeças de bobina

Os detectores de temperatura devem ser localizados entre dois lados de bobinas adjacentes, no interior da camada externa das cabeças de bobina, nas posições presumivelmente mais quentes. A parte sensível à temperatura do detector de temperatura deve ficar em estreito contato com a superfície de um lado de bobina e ser adequadamente protegida contra a influência do fluido refrigerante.

9.3.6 Duração do ensaio de elevação de temperatura para motores com características nominais do tipo contínuo (regime tipo S1)

Para estes motores, o ensaio de elevação de temperatura deve continuar até ser atingido o equilíbrio térmico (ver 3.18). Se possível, a temperatura deve ser medida tanto com o motor em funcionamento como após a parada.

ABNT NBR 17094-2:2016

9.3.7 Ensaios de elevação de temperatura para motores com características nominais diferentes daquelas do tipo contínuo

9.3.7.1 Características nominais do tipo de tempo limitado (regime tipo S2)

9.3.7.1.1 A duração do ensaio é a indicada nas características nominais.

9.3.7.1.2 No início do ensaio, a temperatura do motor não pode diferir em mais de 5 K da temperatura do fluido refrigerante.

9.3.7.1.3 No fim do ensaio, os limites de elevação de temperatura especificados em 9.4.2 não podem ser excedidos.

9.3.7.2 Características nominais para regimes tipo periódicos (regimes tipo S3 a S7)

Para cargas intermitentes, o ciclo de carga especificado deve ser aplicado até a obtenção de ciclos de temperatura praticamente idênticos. O critério para isto é que uma reta ligando pontos correspondentes de dois ciclos de regime tenha um gradiente inferior a 2 K/h. Se necessário, convém efetuar medições a intervalos razoáveis durante certo tempo.

9.3.8 Método de medição da temperatura dos mancais

9.3.8.1 Para a medição da temperatura dos mancais são aceitos o método dos detectores de temperatura embutidos (ver 9.3.2.2) e o método do detector de temperatura local (ver 9.3.2.3).

9.3.8.2 O ponto de medição para determinar a temperatura dos mancais deve ficar tão próximo quanto possível de um dos dois locais especificados na Tabela 7.

9.3.8.3 Para a medição da temperatura dos mancais, deve ser assegurada boa transferência de calor entre o detector de temperatura e a parte onde será medida a temperatura; por exemplo, qualquer interstício de ar deve ser preenchido com um produto condutor de calor.

NOTA Entre os pontos de medição A e B, bem como entre estes pontos e o ponto mais quente do mancal, existem diferenças de temperatura que dependem, entre outras coisas, do tamanho do mancal. Para mancais de deslizamento com elementos estacionários introduzidos sob pressão e para mancais com rolamento de esferas ou de rolos de diâmetro interno igual ou inferior a 50 mm, as diferenças de temperatura que ocorrem entre os pontos de medição A e B podem ser admitidas como desprezíveis. No caso de mancais maiores, as temperaturas que ocorrem no ponto de medição A são aproximadamente 15 K superiores àquelas que ocorrem no ponto de medição B.

Tabela 7 – Localização dos pontos de medição da temperatura dos mancais

Tipo de mancal	Ponto de medição	Localização do ponto de medição
Rolamento de esferas ou rolos	A	Na caixa de mancal e a uma distância ^a não superior a 10 mm do anel externo do rolamento
	B	Na superfície externa da caixa de mancal, tão próximo quanto possível do anel externo do rolamento
Deslizamento	A	Na zona de pressão do elemento estacionário do mancal ^b e a uma distância ^a não superior a 10 mm da película de óleo
	B	Em qualquer outro ponto do elemento estacionário do mancal

^a A distância (entre o ponto de medição e o anel externo ou entre o ponto de medição e a película de óleo) é medida até o ponto mais próximo do detector de temperatura embutido ou do termômetro.

^b O elemento estacionário do mancal é a parte que suporta a superfície de deslizamento do mancal, e que é fixa na caixa do mancal por pressão ou de qualquer outra forma. A zona de pressão é a área da superfície de deslizamento que suporta o peso do rotor e outras cargas, como as que resultam do acionamento por correia.

9.4 Limites de elevação de temperatura e de temperatura total

9.4.1 Aplicação das tabelas

A Tabela 8 especifica os limites de elevação de temperatura (expressos em kelvins) aplicáveis aos motores com sistemas de isolamento correspondentes às classificações térmicas indicadas. Estes limites aplicam-se a motores operando à potência nominal e sob as condições de funcionamento no local da instalação especificadas em 6.2.

Quando a conformidade com o valor da Tabela 8 for verificada utilizando-se o método da variação da resistência ôhmica e o motor for constituído por mais de um enrolamento, pode ser utilizada a resistência total de todos os enrolamentos ligados em série ou em paralelo, para que o valor da elevação a ser calculado pela expressão descrita em 9.3.4 represente o valor médio de todos os enrolamentos. Isto se aplica aos motores de capacitor permanente (PSC), por exemplo.

Quando a conformidade com o valor da Tabela 8 for verificada utilizando-se o método da variação da resistência ôhmica, porém um ou mais enrolamentos estiverem desligados, deve ser utilizada a resistência total somente de todos os enrolamentos que permanecem energizados em série ou em paralelo, durante o ensaio de elevação da temperatura. Isto se aplica, por exemplo, a motores com capacitor de partida (CST) ou de fase auxiliar (ISR).

Se as condições de funcionamento no local da instalação diferirem daquelas especificadas em 6.2, os limites de elevação de temperatura ou de temperatura total devem ser corrigidos conforme 9.4.3.

NOTA Quando um motor funcionar com uma temperatura do fluido refrigerante inferior à máxima especificada para esse motor, os limites de elevação de temperatura e de temperatura total não são superiores àqueles que se aplicam com a temperatura máxima do fluido refrigerante, já aplicadas, se necessário, as correções especificadas em 9.4.3.

ABNT NBR 17094-2:2016

Tabela 8 – Limites de elevação de temperatura em kelvin (K)

Classe térmica °C		105 (A)			120 (E)			130 (B)			155 (F)			180 (H)		
Método de medição ^a		T	V	D	T	V	D	T	V	D	T	V	D	T	V	D
Figura 8		Para o ponto de características nominais com 100 % da potência nominal (P_n)														
Item N°	Parte do motor															
1	Enrolamento de motores de potência $P_n \geq 600$ W	70	60	65	80	70	75	90	80	85	115	105	110	135	125	130
2	Enrolamento de motores de potência $P_n < 600$ W	75	65	70	85	75	80	95	85	90	120	110	115	140	130	135
3	Enrolamento de motores auto-resfriados sem ventilador (IC 40) e ou com enrolamentos encapsulados	–	65	–	–	75	–	–	85	–	–	110	–	–	130	–
Figura 8		Para os limites da zona A com conjugado da carga constante igual a 100 % da potência nominal (P_n) ou para o ponto de características nominais com potência de carga correspondente ao FS >1,00														
4	Enrolamento de motores de potência $P_n \geq 600$ W	80	70	75	90	80	85	100	90	95	125	115	120	145	135	140
5	Enrolamento de motores de potência $P_n < 600$ W	85	75	80	95	85	90	105	95	100	130	120	125	150	140	145
6	Enrolamento de motores auto-resfriados sem ventilador (IC 40) e/ou com enrolamentos encapsulados	–	75	–	–	85	–	–	95	–	–	120	–	–	140	–

Tabela 8 (continuação)

Classe térmica °C		105 (A)			120 (E)			130 (B)			155 (F)			180 (H)		
Método de medição ^a		T	V	D	T	V	D	T	V	D	T	V	D	T	V	D
Figura 8		Para os limites da zona B com conjugado constante da carga igual a 100 % da potência nominal (P_n)														
7	Enrolamento de motores de potência $P_n \geq 600$ W	90	80	85	100	90	95	110	100	105	135	125	130	155	145	150
8	Enrolamento de motores de potência $P_n < 600$ W	95	85	90	105	95	100	115	105	110	140	130	135	160	150	155
9	Enrolamento de motores auto-resfriados sem ventilador (IC 40) e/ou com enrolamentos encapsulados	—	85	—	—	95	—	—	—	110	—	130	—	—	150	—

^a T significa termométrico, V variação da resistência e D detectores de temperatura embutidos.

9.4.2 Motores com características nominais do tipo de tempo limitado (S2)

Para um motor ao qual foram atribuídas características nominais do tipo de tempo limitado (ver 5.2.2) e cuja potência nominal for inferior a 11 kW (ou 15 cv), os limites de elevação de temperatura dados na Tabela 8, acrescidos de 10 K, não podem ser excedidos.

9.4.3 Correções dos limites de elevação de temperatura ou de temperatura total para levar em conta as condições de funcionamento no local da instalação diferentes das indicadas em 6.2.

Se um motor, ao qual se aplica a Tabela 8, funcionar em condições de serviço diferentes daquelas definidas em 6.2, os limites de elevação de temperatura à carga nominal devem ser aqueles especificados na Tabela 8, corrigidos conforme Tabela 9.

ABNT NBR 17094-2:2016

Tabela 9 – Correções dos limites de elevação de temperatura no local de funcionamento de enrolamentos resfriados indiretamente para levar em conta as condições de funcionamento e as características nominais que não sejam as de referência

Item	Condições de funcionamento ou características nominais		Correções dos limites de elevação de temperatura ($\Delta\theta$) da Tabela 8
1	Temperatura máxima do fluido refrigerante, especificada ou resultante na entrada da máquina (θ_c)	$0\text{ °C} \leq \theta_c \leq 40\text{ °C}$	Nenhum aumento deve ser efetuado Mediante acordo entre fabricante e comprador, podem ser aumentados em um valor igual à diferença entre 40 °C e à temperatura do fluido refrigerante, com um máximo de 30 K (ver Figura 9)
		$40\text{ °C} < \theta_c \leq 60\text{ °C}$	Reduzidos de um valor igual à diferença entre a temperatura do fluido refrigerante e 40 °C (ver Figura 9).
		$\theta_c < 0\text{ °C}$ ou $\theta_c > 60\text{ °C}$	Mediante acordo entre fabricante e comprador
2	Altitude (H)	$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$	Nenhuma correção é aplicada por este único motivo Deve ser admitido que a diminuição do poder de resfriamento resultante da altitude é compensada por uma redução da temperatura ambiente máxima abaixo de 40 °C , e que as temperaturas totais admissíveis não ultrapassem 40 °C mais as elevações de temperatura da Tabela 8 ^a
		$H > 4\ 000\text{ m}$	Mediante acordo entre fabricante e comprador
^a Admitindo-se que a redução necessária na temperatura ambiente é de 1 % dos limites de elevação de temperatura, para cada 100 m de altitude acima de 1 000 m, a temperatura ambiente máxima aceitável no local de funcionamento, baseada em uma temperatura ambiente máxima de 40 °C , para altitudes iguais ou inferiores a 1 000 m, deve ser a indicada na Tabela 10.			

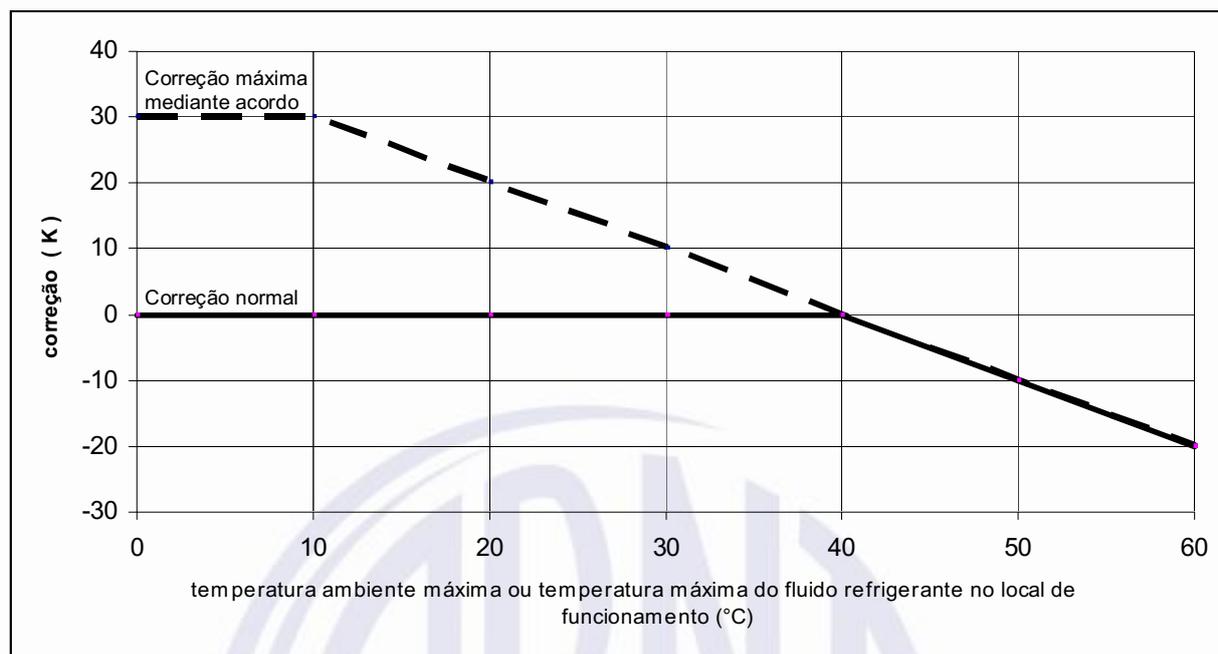


Figura 9 – Correções dos limites de elevação de temperatura em função da temperatura ambiente máxima ou da temperatura máxima do fluido refrigerante

Tabela 10 – Temperaturas ambientais máximas admitidas

Altitude m	Temperatura °C				
	Classificação térmica				
	105 (A)	120 (E)	130 (B)	155 (F)	180 (H)
1 000	40	40	40	40	40
1 500	37	36	36	35	34
2 000	34	33	32	30	28
2 500	31	29	28	24	21
3 000	28	26	24	19	15
3 500	25	22	20	14	9
4 000	22	19	16	9	3

9.4.4 Correções dos limites de elevação de temperatura ou de temperatura total para levar em conta as condições de ensaio

Nesta subseção:

$\Delta\theta_S$ é o limite de elevação de temperatura aplicável ao local de funcionamento;

ΔT_T é o limite de elevação de temperatura aplicável ao local de ensaio;

ABNT NBR 17094-2:2016

θ_S é o limite de temperatura total aplicável ao local de funcionamento;

θ_T é o limite de temperatura total aplicável ao local de ensaio;

θ_{cS} é a temperatura máxima do fluido refrigerante (ver NOTA da subseção 9.4.1) no local de funcionamento;

θ_{cT} é a temperatura máxima do fluido refrigerante (ver NOTA da subseção 9.4.1) no fim do ensaio de elevação de temperatura;

H_S é a altitude do local de funcionamento;

H_T é a altitude do local de ensaio;

A e B são as correções de temperatura, em kelvins (K), que podem ser positivas ou negativas.

As temperaturas são especificadas em graus Celsius (°C); as elevações de temperatura e as correções de temperatura, em kelvins (K); e as altitudes, em metros (m).

Os limites de elevação de temperatura aplicáveis no local de funcionamento (determinados na Tabela 8 e com as correções apropriadas de 9.4.3) devem, quando necessário, ser corrigidos conforme 9.4.4.1 e 9.4.4.2 para determinar os limites aplicáveis nas condições de ensaio.

9.4.4.1 Correção para a diferença de altitude

Esta correção se aplica quando ambos os locais, de funcionamento e de ensaio, estão em altitude não superior a 4 000 m; se pelo menos um dos locais estiver em uma altitude superior a 4 000 m, uma correção deve ser aplicada mediante acordo entre fabricante e comprador. Para cada parte do motor, uma correção “A” deve ser calculada conforme a seguir:

$$A = 10^{-4} (H_T - H_S) \Delta\theta_S$$

Os valores de H_T ou H_S inferiores a 1 000 m devem ser considerados iguais a 1 000 m, isto é, nenhuma correção é aplicável se ambos os locais estiverem em uma altitude inferior a 1 000 m. Se somente um local estiver em uma altitude superior a 1 000 m, a correção é proporcional ao excesso acima de 1 000 m e não à diferença entre as duas altitudes.

Então:

$$\Delta\theta_T = \Delta\theta_S + A$$

NOTA “A” é negativo se o local de funcionamento for mais elevado que o local de ensaio.

9.4.4.2 Correção para a diferença de temperatura do fluido refrigerante

Nenhuma correção deve ser aplicada se ao fim do ensaio de elevação de temperatura o valor numérico de $(\theta_{cT} - \theta_{cS})$ for inferior ou igual a 30 K. Se o valor numérico de $(\theta_{cT} - \theta_{cS})$ for superior a 30 K, uma correção B deve ser objeto de acordo entre fabricante e comprador.

Então:

$$\Delta\theta_T = \Delta\theta_S + B$$

10 Fator de serviço (FS)

10.1 Em aplicações onde for exigida uma capacidade de sobrecarga, recomenda-se a utilização de um motor de potência nominal superior à normalizada, para evitar que a elevação da temperatura para a classificação térmica utilizada seja excedida e para fornecer o conjugado adequado.

10.2 No caso de motores abertos ou totalmente fechados com ventilação externa, o comprador pode optar pela escolha de um motor com fator de serviço. FS é um multiplicador que, quando aplicado à potência nominal do motor, indica a carga que pode ser acionada continuamente sob tensão e frequência nominais e com limite de elevação de temperatura do enrolamento, determinado preferencialmente pelo método da variação de resistência, 10 K acima do limite indicado na Tabela 8. Os valores de rendimento, fator de potência e velocidade podem diferir dos valores nominais, porém o conjugado e a corrente com rotor bloqueado e o conjugado máximo permanecem inalterados. A utilização do fator de serviço implica vida útil inferior àquela do motor com carga nominal.

10.3 O FS, quando especificado, deve ter o valor conforme indicado na Tabela 11.

Tabela 11 – FS para motores de uso geral

Potência nominal		Motores abertos para 60 Hz				Motores fechados para 60 Hz			
		Velocidade síncrona r/min				Velocidade síncrona r/min			
kW	cv	3 600	1 800	1 200	900	3 600	1 800	1 200	900
0,09	1/8	1,40	1,40	1,40	1,40	1,15			
0,12	1/6	1,35	1,35	1,35	1,35	1,15			
0,18	1/4	1,35	1,35	1,35	1,35	1,15			
0,25	1/3	1,35	1,35	1,35	1,35	1,15			
0,37	1/2	1,25	1,25	1,25	1,15	1,15			
0,55	3/4	1,25	1,25	1,15	1,15	1,15			
0,75	1,0	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15			
1,1	1,5	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15			
1,5	2,0	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15			
2,2 a 11,0	3,0 a 15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			

11 Ensaio dielétrico

11.1 Generalidades

O ensaio dielétrico deve ser realizado nas instalações do fabricante. Se for solicitado um ensaio de elevação de temperatura, o ensaio dielétrico deve ser realizado imediatamente após estes ensaios. A tensão de ensaio deve ser alternada e de frequência industrial com forma de onda praticamente senoidal.

ABNT NBR 17094-2:2016

11.2 Ensaio dielétrico em motores novos

11.2.1 A tensão de ensaio, especificada na Tabela 12, deve ser aplicada entre os enrolamentos submetidos ao ensaio e a carcaça do motor aterrada. O núcleo magnético e os enrolamentos não submetidos ao ensaio também devem ser aterrados. Esta configuração e o monitoramento da corrente de fuga devem ser mantidos durante todo o procedimento de ensaio. Essa tensão deve ser aplicada, somente a um motor novo e completamente montado, em condições equivalentes às condições normais de funcionamento.

NOTA Para motores que utilizam capacitores, recomenda-se que estes sejam mantidos conectados ao enrolamento, como da forma usual.

11.2.2 O ensaio dielétrico deve ser iniciado com uma tensão inferior à metade da tensão plena de ensaio. Em seguida, essa tensão deve ser aumentada até a tensão plena de ensaio, progressivamente ou em degraus não superiores a 5 % do valor pleno, sendo o tempo permitido para aumento da tensão, da metade até o valor pleno, não inferior a 10 s. A tensão plena de ensaio deve então ser mantida durante 1 min conforme o valor especificado na Tabela 12. Ao final de 1 min, a tensão deve ser reduzida para um valor em torno de 1/4 do valor pleno em um tempo não superior a 15 s, sendo então desligada a fonte.

11.2.3 No caso de ensaios de rotina de motores fabricados em série, o ensaio de 1 min pode ser substituído por um ensaio de aproximadamente 1 s com 1,2 vez a tensão de ensaio da Tabela 12, sendo a tensão aplicada por meio de pontas de prova.

11.2.4 O ensaio dielétrico com tensão plena, realizado por ocasião da aprovação do motor na linha de produção, não pode ser repetido. Se, entretanto, um segundo ensaio for solicitado pelo comprador, a tensão de ensaio deve ser igual a 0,8 vez o valor especificado na Tabela 12. O motor pode sofrer, se necessário, um novo processo de secagem previamente à realização deste ensaio.

11.3 Ensaio dielétrico em motores reenrolados

11.3.1 Motores com os enrolamentos totalmente substituídos devem ser ensaiados com a tensão plena de ensaio prevista para motores novos.

11.3.2 No caso de motores com os enrolamentos parcialmente substituídos ou apenas revisados, se o usuário e o executor do reenrolamento concordarem em realizar o ensaio dielétrico, recomenda-se proceder como a seguir:

- a) os enrolamentos parcialmente substituídos devem ser ensaiados com 0,8 vez a tensão de ensaio prevista para um motor novo. Antes do ensaio, a parte do enrolamento não substituída deve ser cuidadosamente limpa e seca;
- b) os motores revisados, após limpeza e secagem, devem ser ensaiados com uma tensão igual a 1,5 vez a tensão nominal, com um mínimo de 1 000 V, se a tensão nominal for igual ou superior a 100 V e um mínimo de 500 V, se a tensão nominal for inferior a 100 V.

Tabela 12 – Tensões para o ensaio dielétrico

Item	Motor ou parte do motor	Tensão de ensaio (valor eficaz)
1	Enrolamentos isolados de todos os motores de indução monofásicos ^a :	1 000 V + 2 vezes a tensão nominal, com tensão de ensaio mínima de 1 500 V
2	Dispositivos que estão fisicamente em contato com os enrolamentos, como, por exemplo, detectores de temperatura, devem ser ensaiados em relação à carcaça Durante o ensaio dielétrico, todos os dispositivos em contato físico com os enrolamentos devem ser conectados à carcaça	1 500 V
3	Grupo de máquinas e equipamentos novos instalados e ligados em conjunto	A repetição do ensaio dielétrico nas diversas máquinas deve ser evitada, se possível, mas se um ensaio for realizado sobre tal grupo de equipamentos, em que cada um deles tenha sido submetido previamente a um ensaio dielétrico, a tensão de ensaio a ser aplicada a tal grupo deve ser 80 % da tensão mais baixa aplicável a qualquer equipamento do grupo
^a No caso de enrolamentos bifásicos com um terminal em comum, a tensão na equação deve ser a tensão eficaz mais elevada que ocorre entre dois terminais quaisquer durante o funcionamento.		

12 Rendimento e perdas

12.1 Valores de rendimento de plena carga

Para motores de indução monofásico de uso geral, tipo capacitor de partida e/ou capacitor de dois valores, dois ou quatro polos, 60 Hz, de qualquer forma construtiva, são estabelecidos rendimentos mínimos a plena carga, conforme Tabelas 13 e 14. O rendimento nominal estabelecido pelo fabricante deve ser marcado na placa de identificação. O rendimento mínimo do motor não pode ser inferior ao valor obtido, aplicando-se ao rendimento nominal a tolerância estabelecida na Seção 17.

Para motores com potências nominais não definidas nas Tabelas 13 e 14, adotar os seguintes critérios:

- o valor de rendimento para uma potência nominal no ponto médio ou acima entre duas potências nominais consecutivas das Tabelas 13 e 14 deve ser o maior entre os dois rendimentos;
- o valor de rendimento para uma potência nominal abaixo do ponto médio entre duas potências nominais consecutivas das Tabelas 13 e 14 deve ser o menor entre os dois rendimentos.

ABNT NBR 17094-2:2016

Para quaisquer outros motores de indução monofásicos, não há valores de rendimento normalizados.

12.2 Determinação do rendimento e das perdas

Para os motores descritos em 12.1, o rendimento e as perdas devem ser determinados de acordo com a ABNT NBR 17094-4. O rendimento deve ser determinado à potência, tensão e frequência nominais.

Tabela 13 – Menores valores de rendimento nominal a plena carga, para motores da linha IR1 (Índice de rendimento 1 – Padrão)

Potência nominal P_n		Número de polos	
kW	cv	2	4
		Rendimento nominal	
0,18	1/4	50	46,2
0,25	1/3	55,5	53
0,37	1/2	60,5	59,5
0,55	3/4	64	61,5
0,75	1	69,3	65,5
1,1	1,5	71,5	71
1,5	2	72,4	72,5
2,2	3	76,5	76
3	4	77,5	77
3,7	5	78,5	80,5
4,5	6	79,7	80,5
5,5	7,5	81	83
7,5	10	81,5	84,5
9,2	12,5	83	84,5
11	15	83	84,5

Tabela 14 – Menores valores de rendimento nominal a plena carga, para motores da linha IR2 (Índice de rendimento 2 – Alto rendimento)

Potência nominal P_n		Número de polos	
kW	cv	2	4
		Rendimento nominal	
0,18	1/4	64	68
0,25	1/3	68	70
0,37	1/2	72	72
0,55	3/4	74	75,5
0,75	1	75,5	78
1,1	1,5	82,5	84
1,5	2	84	84
2,2	3	85,5	87,5
3	4	87,5	87,5
3,7	5	87,5	87,5
4,5	6	87,5	87,5
5,5	7,5	87,5	87,5
7,5	10	87,5	87,5
9,2	12,5	88,5	87,5
11	15	89,5	87,5

13 Nível de ruído e vibração

Os motores de indução monofásicos não estão sujeitos a limites da severidade de vibração e nível de ruído, salvo acordo entre fabricante e comprador.

14 Requisitos construtivos

14.1 Terminais de aterramento

14.1.1 Os motores de indução devem ser fornecidos com um terminal de aterramento ou um outro dispositivo para permitir a conexão de um condutor de proteção ou um condutor de aterramento.

ABNT NBR 17094-2:2016

Conforme a ABNT NBR 15367, as letras PE ou o símbolo  devem identificar este dispositivo. Este requisito não se aplica aos motores quando:

- a) estiverem instalados com isolamento suplementar; ou
- b) estiverem destinados para montagem em aparelho contendo isolamento suplementar; ou
- c) estiverem especificadas tensões nominais até 50 V e destinados para uso em circuitos seguros de extra baixa tensão.

14.1.2 No caso de motores com tensão nominal superior a 50 V, o terminal para o condutor de aterramento deve estar localizado na proximidade dos terminais de alimentação, no interior da caixa de ligações, quando existente, ou na extremidade da haste ou tirante de fechamento do conjunto carcaça mais as tampas, na posição que se situar mais próxima aos terminais de alimentação.

14.1.3 O terminal de aterramento deve ser projetado para assegurar uma boa conexão com o condutor de aterramento, sem qualquer dano ao condutor ou ao terminal. As partes condutoras acessíveis que não fazem parte do circuito de operação devem ser conectadas umas às outras e ao terminal de aterramento por uma ligação elétrica de boa qualidade.

14.1.4 Quando um terminal de aterramento for colocado na caixa de ligações, supõe-se que o condutor de aterramento seja do mesmo metal que os condutores de alimentação.

14.1.5 O terminal de aterramento deve ser dimensionado para admitir um condutor de aterramento cuja área da seção transversal deve ter uma área no mínimo equivalente à do condutor de alimentação.

14.2 Chaveta da ponta de eixo

Quando a ponta de eixo de um motor de indução tiver rasgo de chaveta, ela deve ser fornecida com uma chaveta inteira, de forma e comprimento normalizados conforme a ABNT NBR 15623-1. Quando a chaveta fornecida vier montada, é necessário fixá-la em torno do eixo para evitar algum possível acidente ao se ligar o motor a vazio.

14.3 Cabos de ligação

Todos os cabos de ligação e interligação que fazem parte do motor devem estar de acordo com as ABNT NBR 9117 e IEC 60227-3, em relação aos seguintes requisitos:

- a) grau de toxicidade da capa de revestimento do condutor;
- b) grau de inflamabilidade do cabo;
- c) classe de isolamento.

14.4 Capacitores aplicados em motores monofásicos

Os capacitores devem estar de acordo com as IEC 60252-2 e ANSI/EIA-463-B.

15 Marcação

15.1 Requisitos gerais

15.1.1 Todo motor de indução monofásico deve conter no mínimo as informações de 15.2, alíneas a), b), c), i), j) k), l), m), n) , o), q), u) e y), marcadas de forma legível, indelével e durável (por gravação, impressão ou outro meio aceitável), diretamente na carcaça do motor ou em uma ou mais placas de identificação fixadas firmemente no motor, de modo a serem facilmente visíveis na posição de utilização determinada pela sua forma construtiva e disposição de montagem (ver ABNT NBR IEC 60034-7).

15.1.2 Os símbolos literais das grandezas, quando marcados, devem estar de acordo com a IEC 60027- 3 e as unidades devem ser conforme o quadro geral de unidades de medida aprovado pelo CONMETRO. As abreviações recomendadas para algumas informações a serem marcadas estão colocadas entre parênteses em 15.2.

15.1.3 Se o motor for instalado em um equipamento de tal modo que sua marcação não seja facilmente legível, o fabricante deve, mediante solicitação, fornecer uma placa adicional a ser colocada em local adequado do equipamento.

15.1.4 As informações constantes em 15.2 estão ordenadas apenas para referência, mas a ordem na qual são marcadas não é normalizada. Estas informações devem ser agrupadas de modo adequado e não necessariamente devem ser colocadas em uma única placa de identificação.

15.1.5 As informações constantes na placa de identificação do motor devem estar de acordo com a legislação governamental específica vigente.

15.1.6 Dois valores nominais diferentes devem ser indicados por X/Y, e uma faixa de valores operativos entre X e Y por X-Y.

15.2 Lista de informações constantes na marcação

Devem constar as seguintes informações na marcação:

- a) nome e/ou marca do fabricante;
- b) modelo (MOD) atribuído pelo fabricante;
NOTA O modelo é utilizado para identificar um ou mais motores, elétrica e mecanicamente idênticos.
- c) número de série (nº) e/ou código de data de fabricação;
- d) denominação principal do equipamento: “motor de indução” e tipo gaiola de esquilo;
- e) número de fases;
- f) número desta Norma (ABNT NBR 17094-2), quando o motor nela se enquadrar;
- g) designação da carcaça da máquina, quando esta se enquadrar na ABNT NBR 15623-1 ou NEMA MG-1;

NOTA Pode ser omitida quando constar no modelo.

ABNT NBR 17094-2:2016

- h) grau de proteção proporcionado pelo invólucro conforme a ABNT NBR IEC 60034-5 (IP-XY);
- i) classificação térmica (ISOL);

NOTA Quando o limite de elevação de temperatura (ΔT) ou de temperatura total (θ) for inferior ao normalizado para a respectiva classificação térmica, essa informação também é colocada na placa e, se necessário, o método de medição.

- j) classe de características nominais ou regime de tipo do motor (REG), quando diferente do regime contínuo (regime tipo S1);
- k) potência(s) nominal(is) (P_n);

NOTA Quando o motor destina-se para uso específico ou especial, a marcação de potência pode ser omitida ou substituída pela marcação da potência absorvida (Pabs).

- l) tensão(ões) nominal(is). Duas tensões nominais X e Y devem ser marcadas X/Y;

NOTA Faixa de tensão de operação deve ser marcada X-Y.

- m) frequência nominal;
- n) corrente(s) nominal(is), com marcação similar às das tensões;

NOTA 1 Os motores com FS > 1,0 têm marcada(s) a(s) corrente(s) nominal(is) (AFS) da mesma forma, para evitar que o cliente estime este valor na condição do produto da corrente pelo fator de serviço, o que sempre vai sobrecarregar o motor na aplicação, pois a corrente não varia na proporção do porcentual da carga.

NOTA 2 O valor nominal das correntes representa o seu valor médio sujeito a uma tolerância que expressa a variação do processo produtivo (ver Tabela 16).

- o) velocidade(s) de rotação nominal(is) expressa(s) em rotações por minuto;
- p) diagrama de ligações, para motores cuja ligação possa ser feita de vários modos. Este diagrama deve estar marcado na placa de identificação ou marcado próximo à caixa de ligações ou no interior desta;

NOTA Os terminais são marcados conforme a ABNT NBR 15367, indelevelmente, de modo a permitir a utilização correta do diagrama de ligações.

- q) fator de potência nominal;

NOTA Para motores de tensão dupla, não múltiplas entre si, o valor do fator de potência, quando marcado na placa, está associado à sua respectiva tensão.

EXEMPLO Tensão: 127 V/220 V

Fator de potência: 0,68 (127 V) ou 0,68 @ 127 V ou fator de potência: 0,72 (220 V) ou 0,72 @ 220 V

- r) temperatura ambiente máxima admissível, quando diferente de 40 °C (AMB). Temperatura máxima admissível da água, quando for diferente de 25 °C (AMB) para os motores de bombas submersas;
- s) temperatura ambiente mínima admissível, quando diferente da especificada em 6.2.4;
- t) altitude para a qual o motor foi projetado, quando superior a 1 000 m (ALT);
- u) fator de serviço, quando diferente de 1,0;

- v) sentido de rotação em motores previstos para funcionamento em um único sentido de rotação, indicado por uma seta ou pelas palavras “HORÁRIO” ou “ANTI-HOR” (visto do lado da ponta de eixo), escritas na placa de identificação, com exceção dos motores com dupla ponta de eixo, que deve ter seu sentido de rotação indicado por uma seta;
- w) capacitância(s) e tensão(ões) do(s) capacitor(es), para motores monofásicos de capacitor de partida (CST), de capacitor permanente (PSC) e de capacitor de dois valores (CSR);
- x) motores com proteção térmica incorporada devem ter uma identificação. Usualmente utiliza-se como marcação a expressão: “PROTEGIDO TERMICAMENTE” ou “PROT TERM” ou “PT”;

NOTA 1 Para motores nos quais a proteção térmica protege o motor somente em sobrecarga, utiliza-se como marcação a expressão: “PROTEGIDO TERMICAMENTE - SOBRECARGA” ou “PROT TERM – SOBRECARGA” ou “PT-S”.

NOTA 2 Para motores nos quais a proteção térmica protege o motor somente em rotor bloqueado, utiliza-se como marcação a expressão: “PROTEGIDO TERMICAMENTE - BLOQUEADO” ou “PROT TERM - BLOQUEADO” ou “PT-B”.

- y) rendimento nominal.

NOTA Para motores de tensão dupla, não múltiplas entre si, e faixa de tensão, o valor mínimo do rendimento, está associado à sua respectiva tensão.

EXEMPLO 1 Tensão: 127 V/220 V
Rendimento: 68,0 % (127 V) ou 68,0 % @ 127 V

EXEMPLO 2 Tensão: 110-127 V/220-254 V
Rendimento: 68,0 % (127 V) ou 68,0 % @ 127 V

15.3 Folha de dados

Sempre que solicitado pelo comprador, o fabricante deve fornecer uma folha de dados incluindo os dados especificados pelo comprador, complementados por outros que o fabricante julgar conveniente, atendendo no mínimo ao Anexo A.

16 Inspeção

16.1 Relação dos ensaios

16.1.1 A inspeção de motores de indução monofásicos, para verificação de seu desempenho, deve incluir ensaios a serem realizados no motor, escolhidos entre os relacionados na Tabela 15.

16.1.2 Os ensaios devem ser realizados, sempre que possível, nas instalações do fabricante, conforme a ABNT NBR 17094-4 ou norma específica indicada na Tabela 15. Quando isto não for possível, o local de ensaio, os ensaios a serem realizados e os métodos utilizados devem ser objeto de acordo entre fabricante e comprador e devem constar na ordem de compra.

16.1.3 Os requisitos a serem atendidos por ocasião dos ensaios constam em alguns casos da especificação do comprador, mas quando isso não ocorrer, devem ser adotados os requisitos constantes nesta Parte da ABNT NBR 17094 ou em alguma outra norma específica, objeto de acordo entre fabricante e comprador, e devem constar na ordem de compra. Estes requisitos estão sujeitos às tolerâncias indicadas na Seção 17.

ABNT NBR 17094-2:2016

16.1.4 A solicitação de ensaios com a presença de um inspetor do comprador ou de um representante autorizado deve ter acordo prévio com o fabricante e constar na ordem de compra.

16.2 Classificação dos ensaios

16.2.1 A Tabela 15, além de indicar os ensaios que podem ser realizados em motores de indução monofásicos para verificação do seu desempenho, classifica-os em ensaios de rotina, de tipo e especiais (ver 3.15, 3.16 e 3.17).

NOTA Ensaios em que há solicitação de curvas características são considerados ensaios especiais.

16.2.2 Nos ensaios de rotina, o ensaio com rotor bloqueado pode não incluir a medição do conjugado.

Tabela 15 – Ensaios para verificação do desempenho de motores de indução monofásicos

Item	Relação dos ensaios	Classificação do ensaio			Observações
		Rotina	Tipo	Especial	
1	Medição da resistência de isolamento	X	X		Ver ABNT NBR 17094-4
2	Medição da resistência elétrica dos enrolamentos (do enrolamento principal, auxiliar e complementares)	X	X		
3	Dielétrico	X	X		Ver Seção 11
4	Em vazio (sob tensão nominal) para determinação de 4.1 potência absorvida 4.2 corrente 4.3 sentido de rotação	X	X		Ver ABNT NBR 17094-4
5	Com rotor bloqueado, para determinação de: 5.1 corrente 5.2 conjugado (ver 16.2.2) 5.3 potência absorvida	X	X		
6	Partida com levantamento das curvas características do conjugado <i>versus</i> velocidade e corrente <i>versus</i> velocidade, para determinação de: 6.1 conjugado de partida, incluindo os valores dos conjugados: rotor bloqueado (C_p), mínimo ($C_{\min.}$), de chaveamento (C_{abr}) e máximo ($C_{\max.}$) 6.2 corrente de partida			X	

Tabela 15 (continuação)

Item	Relação dos ensaios	Classificação do ensaio			Observações
		Rotina	Tipo	Especial	
7	Temperatura		X		Ver Seção 9
8	Determinação do rendimento a 100 %, 75 % e 50 % da potência nominal		X		Ver ABNT NBR 17094-4
9	Determinação da corrente a 100 %, 75 % e 50 % da potência nominal		X		
10	Determinação do fator de potência a 100 %, 75 % e 50 % da potência nominal		X		
11	Determinação da rotação a 100 %, 75 % e 50 % da potência nominal		X		
12	Determinação do conjugado máximo ($C_{m\acute{a}x.}$)		X		

17 Tolerâncias

A menos que declarado de outra forma, tolerâncias de valores declarados devem ser conforme especificados na Tabela 16.

ABNT NBR 17094-2:2016

Tabela 16 – Tolerâncias

Item	Grandeza	Tolerância
1	Rendimento η $\eta > 0,70$ $\eta \leq 0,70$	+ sem limite - $0,2 \times (1 - \eta)$ - $0,15 \times (1 - \eta)$ Valores em p.u.
2	Fator de potência, $\cos \phi$	- $1/6 \times (1 - \cos \phi)$, sendo 0,02 o valor mínimo e 0,07 o valor máximo a ser utilizado. Exemplo: sendo 0,92 o fator de potência declarado de um determinado motor: - $1/6 \times (1 - 0,92) = 0,013$. Neste caso, o valor a ser adotado é 0,02. Então: $0,92 - 0,02 = 0,90$. 0,90 é o valor de fator de potência mínimo que o motor poderá apresentar como resultado de ensaio
3	Escorregamento (a plena carga e à temperatura de funcionamento) de a) $P_n > 1 \text{ kW}$ b) $P_n \leq 1 \text{ kW}$	= + $[25 - 0,5 (\text{kW} - 1)]$ % do escorregamento nominal = + $[25 + 10 (1 - \text{kW})]$ % do escorregamento nominal
4	Corrente com rotor bloqueado (I_p/I_n)	+ 20 % do valor nominal, porém, sem limite inferior
5	Conjugado com rotor bloqueado (C_p/C_n)	- 15 % do valor nominal
6	Conjugado mínimo de partida ($C_{\min.}/C_n$)	- 15 % do valor nominal
7	Conjugado máximo ($C_{\max.}/C_n$)	- 10 % do valor nominal
8	Momento de inércia	± 10 % do valor nominal
9	Corrente(s) nominal(is) de placa (A)	± 10 % do valor marcado na placa de identificação ou do valor nominal
10	Corrente(s) com fator de serviço (AFS)	± 5 % do valor marcado na placa de identificação ou do valor nominal

18 Proteção térmica incorporada

18.1 Sobrecarga térmica de variação lenta (sobrecarga)

Quando o motor for submetido à máxima carga contínua que o motor é capaz de suportar sem causar a atuação do dispositivo de proteção térmica, a temperatura dos enrolamentos não pode exceder os valores estabelecidos na Tabela 17 e a “última corrente de desligamento” (*ultimate trip current*) não pode exceder os valores especificados na Tabela 18.

Tabela 17 – Máxima temperatura dos enrolamentos

Classe do isolamento	Máxima temperatura do enrolamento °C
105 (A)	140
120 (E)	155
130 (B)	165
155 (F)	190
180 (H)	215

Tabela 18 – Valores para “última corrente de desligamento” – UTC

Potência cv	Corrente nominal A	“Última corrente de desligamento” – UTC (% da corrente nominal)
> 1	$I_n < 9$	UTC < 170
	$9 < I_n \leq 20$	UTC < 156
	$I_n > 20$	UTC < 140
≤ 1	Toda a faixa	Sem valor normalizado

18.2 Sobrecarga térmica de variação rápida (rotor bloqueado)

O valor da temperatura dos enrolamentos não pode exceder os valores indicados na Tabela 19.

18.2.1 Protetor térmico com rearme automático

O ensaio para motores com protetor térmico automático é realizado até que os picos de temperatura sejam constantes ou por 72 h, aquele que tiver menor duração.

18.2.2 Protetor térmico com rearme manual

O ensaio para motores com protetor térmico manual é realizado por dez ciclos. Se dez ciclos forem completados em menos de 1 h, somente os limites durante a primeira hora da Tabela 19 são aplicados.

ABNT NBR 17094-2:2016

Tabela 19 – Temperatura dos enrolamentos sob condição de rotor bloqueado

Tipo do dispositivo de proteção térmica		Temperatura máxima °C					Temperatura média °C				
		Classe do isolamento					Classe do isolamento				
		105 (A)	120 (E)	130 (B)	155 (F)	180 (H)	105 (A)	120 (E)	130 (B)	155 (F)	180 (H)
Rearme automático	Durante 1ª hora	200	215	225	250	275	–	–	–	–	–
	Após 1ª hora	175	190	200	225	250	150	165	175	200	225
Rearme manual	Durante 1ª hora	200	215	225	250	275	–	–	–	–	–
	Após 1ª hora	175	190	200	225	250	–	–	–	–	–

NOTA A temperatura média é o somatório dos valores das temperaturas de atuação e de religamento sobre duas vezes o número total de ciclos:

$$\text{Temperatura média} = \frac{(\sum \text{Temperatura atuação} + \sum \text{Temperatura religamento})}{2 \times n}$$

18.3 Condições de ensaio

18.3.1 Tensão

Os motores devem ser ensaiados com as tensões nominais que constam na placa de identificação. Os motores de tensão dupla devem ser ensaiados nas duas tensões.

18.3.2 Temperatura ambiente

Os motores devem ser ensaiados em temperatura ambiente entre 10 °C e 40 °C.

Anexo A (normativo)

Folha de dados

A folha de dados deve conter no mínimo o seguinte:

- a) todos os dados constantes na marcação conforme Seção 15;
- b) nome do cliente;
- c) identificação do pedido do cliente;
- d) conjugado nominal (C_n);
- e) conjugado com rotor bloqueado para motores de gaiola (C_p);
- f) conjugado máximo ($C_{m\acute{a}x.}$);
- g) rendimentos adicionais a 75 % e 50 % da potência nominal;
- h) fatores de potência adicionais a 75 % e 50 % da potência nominal;
- i) tempo admissível com rotor bloqueado, partindo da temperatura de funcionamento;
- j) tipo de mancal;
- k) tipo de carga acionada, quando fornecido pelo comprador;
- l) momento de inércia (J) ou efeito de inércia (GD^2) da carga.

Bibliografia

- [1] ABNT NBR 15623-2, *Máquina elétrica girante – Dimensões e séries de potências para máquinas elétricas girantes – Padronização – Parte 2: Designação de carcaças entre 355 a 1 000 e flanges entre 1 180 a 2 360*
- [2] ABNT NBR 15623-3, *Máquina elétrica girante – Dimensões e séries de potências para máquinas elétricas girantes – Padronização – Parte 3: Motores pequenos e flanges BF10 a BF50*
- [3] ABNT NBR IEC 60034-9, *Máquinas elétricas girantes – Parte 9: Limites de ruído*
- [4] ABNT NBR IEC 60034-14, *Máquinas elétricas girantes – Parte 14: Medição, avaliação e limites da severidade de vibração mecânica de máquinas de altura de eixo igual ou superior a 56 mm*
- [5] ABNT NBR IEC 60079-0, *Atmosferas explosivas – Parte 0: Equipamentos – Requisitos gerais*
- [6] ABNT NBR IEC 60079-1, *Atmosferas explosivas – Parte 1: Proteção de equipamentos por invólucros à prova de explosão “d”*
- [7] ABNT NBR IEC 60079-7, *Atmosferas explosivas – Parte 7: Proteção de equipamentos por segurança aumentada “e”*
- [8] IEC 60050-411, *International electrotechnical vocabulary – Chapter 411: Rotating machines*
- [9] C22.2 NO. 77-95 (R2009), *Motors with inherent overheating protection*