

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)**

**Machines électriques tournantes –
Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif
alimentés par le réseau (code IE)**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)**

**Machines électriques tournantes –
Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif
alimentés par le réseau (code IE)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 29.160

ISBN 978-2-8322-1415-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and symbols	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Symbols.....	9
4 Fields of application	10
5 Efficiency.....	11
5.1 Determination	11
5.1.1 General	11
5.1.2 Rated voltages, rated frequencies and rated power	11
5.1.3 Auxiliary devices.....	12
5.2 Rating.....	12
5.3 Classification and marking	13
5.3.1 General	13
5.3.2 Efficiency classification.....	13
5.3.3 Motors below IE1 efficiency	13
5.3.4 Marking	13
5.4 Nominal limits for efficiency classes IE1, IE2, IE3 and IE4	13
5.4.1 Nominal efficiency limits for IE1	14
5.4.2 Nominal efficiency limits for IE2.....	16
5.4.3 Nominal efficiency limits for IE3.....	18
5.4.4 Nominal efficiency limits for IE4.....	20
5.4.5 Interpolation of nominal efficiency limits of intermediate rated powers for 50 Hz mains supply frequency.....	21
5.4.6 Interpolation of nominal efficiency limits of intermediate rated powers for 60 Hz mains supply frequency.....	23
Annex A (informative) Nominal limits for efficiency class IE5	24
Bibliography.....	25
Table 1 – Motor technologies and their energy-efficiency potential	10
Table 2 – IE-Efficiency classification.....	13
Table 3 – Nominal efficiency limits (%) for 50 Hz IE1	14
Table 4 – Nominal efficiency limits (%) for 60 Hz IE1	15
Table 5 – Nominal efficiency limits (%) for 50 Hz IE2.....	16
Table 6 – Nominal efficiency limits (%) for 60 Hz IE2	17
Table 7 – Nominal efficiency limits (%) for 50 Hz IE3.....	18
Table 8 – Nominal efficiency limits (%) for 60 Hz IE3.....	19
Table 9 – Nominal efficiency limits (%) for 50 Hz IE4	20
Table 10 – Nominal efficiency limits (%) for 60 Hz IE4	21
Table 11 – Interpolation coefficients for 0,12 kW up to 0,74 kW	22
Table 12 – Interpolation coefficients for 0,75 kW up to 200 kW	22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60034-30-1 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This first edition of IEC 60034-30-1 cancels and replaces IEC 60034-30 (2008). It also cancels and replaces Annex A of IEC 60034-31 (2010). In the next revision of IEC 60034-31:2010 this annex will be removed from its contents.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
2/1729/FDIS	2/1739/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

NOTE A table of cross-references of all IEC TC 2 publications can be found on the IEC TC 2 dashboard on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

This IEC standard provides for the global harmonization of energy-efficiency classes of electric motors. It deals with all kinds of electric motors that are rated for line operation (including starting at reduced voltage). This includes all single- and three-phase low voltage induction motors, regardless of their rated voltage and frequency, as well as line-start permanent-magnet motors.

A second part of this standard series (IEC 60034-30-2) will be prepared for motors rated for variable voltage and frequency supply, such as synchronous motors. The second part will also provide for harmonic voltage losses in motors capable of line operation when fed by frequency converters.

IEC 60034-30-1 widens the product range covered in the first edition of IEC 60034-30 significantly. The power range has been expanded (starting at 0,12 kW and ending at 1 000 kW). All technical constructions of electric motors are covered as long as they are rated for on-line operation and not just three-phase, cage-induction motors as in the first edition.

The IE4 class is newly included in this standard. The informative definition of IE4, which was previously included in IEC/TS 60034-31:2010, is therefore outdated.

The new class IE5 is not yet defined in detail but is envisaged for potential products in a future edition of the standard.

For a given power and frame size it is generally easier to achieve a higher motor efficiency when the motor is designed for and operated directly on-line with a 60 Hz supply frequency rather than on 50 Hz as explained in Note 1.

NOTE 1 As the utilization and size of motors are related to torque rather than power the theoretical power of single-speed motors increases linearly with supply frequency (and hence with speed), i.e. by 20 % from 50 Hz to 60 Hz.

I^2R winding-losses are dominant especially in small and medium sized induction motors. They basically remain constant at 50 Hz and 60 Hz as long as the torque is kept constant. Although windage, friction and iron losses increase with frequency, they play a minor role especially in motors with a number of poles of four and higher. Therefore, at 60 Hz, the losses increase less than the 20 % power increase when compared to 50 Hz and consequently, the efficiency is improved.

In practice, both 60 Hz and 50 Hz power designations of single-speed motors have to conform to standard power levels in accordance with IEC 60072-1 and local standards such as EN 50347. Therefore, an increased rating of motor power by 20 % is not always possible. However the general advantage of 60 Hz still applies when the motor design is optimized for the respective supply frequency rather than just re-rated.

The difference in efficiency between 50 Hz and 60 Hz varies with the number of poles and the size of the motor. In general, the 60 Hz efficiency of three-phase, cage-induction motors in the power range from 0,75 kW up to 375 kW is between 2,5 percentage points to less than 0,5 percentage points greater when compared to the 50 Hz efficiency. Only large 2-pole motors may experience a reduced efficiency at 60 Hz due to their high share of iron, windage and friction losses.

It is not expected that all manufacturers will produce motors for all efficiency classes nor all ratings of a given class.

Users should select the efficiency class in accordance with a given application depending on the actual operating hours. It may not be energy efficient to select motors of a high efficiency class for intermittent or short time duty due to increased inertia and start-up losses.

NOTE 2 The application guide IEC/TS 60034-31:2010 gives further information on useful applications of high-efficient electric motors.

In order to achieve a significant market share it is essential for high-efficiency motors to meet national/regional standards for assigned powers in relation to mechanical dimensions (such as frame-size, flanges). There are a number of national/regional frame assignment standards (EN 50347, JIS C 4212, NBR 17094, NEMA MG13, SANS 1804 and others) but there is no

IEC standard. As this standard (IEC 60034-30-1) defines energy-efficiency classes independent of dimensional constraints it may not be possible in all markets to produce motors with higher efficiency classes and maintain the mechanical dimensions of the national/regional standards.

IE codes are not limited to motors but may be used to classify other components such as frequency converters and gearboxes.

However, it is anticipated that other components are rated with a comparable system: IE1 meaning low efficiency up to IE5 meaning the highest efficiency.

Combinations of components (such as power drive systems) will need a combined efficiency rating. That rating should not be an IE code in order to avoid confusion. It will be defined in other IEC standards.

The efficiency levels in this standard for 50 Hz and 60 Hz are not always entirely consistent across all numbers of poles and over the whole power range.

NOTE 3 The efficiency levels for 60 Hz motors were assigned for compatibility with U.S. legal requirements.

NOTE 4 The efficiency levels for 50 Hz motors between 0,75 kW and 375 kW remain unchanged for compatibility with European legal requirements.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)

1 Scope

This part of IEC 60034 specifies efficiency classes for single-speed electric motors that are rated according to IEC 60034-1 or IEC 60079-0, are rated for operation on a sinusoidal voltage supply and:

- have a rated power P_N from 0,12 kW to 1 000 kW;
- have a rated voltage U_N above 50 V up to 1 kV;
- have 2, 4, 6 or 8 poles;
- are capable of continuous operation at their rated power with a temperature rise within the specified insulation temperature class;

NOTE 1 Most motors covered by this standard are rated for duty type S1 (continuous duty). However, some motors that are rated for other duty cycles are still capable of continuous operation at their rated power and these motors are also covered.

- are marked with any ambient temperature within the range of -20 °C to $+60\text{ °C}$;

NOTE 2 The rated efficiency and efficiency classes are based on 25 °C ambient temperature according to IEC 60034-2-1.

NOTE 3 Motors rated for temperatures outside the range -20 °C and $+60\text{ °C}$ are considered to be of special construction and are consequently excluded from this standard.

NOTE 4 Smoke extraction motors with a temperature class of up to and including 400 °C are covered by this standard.

- are marked with an altitude up to 4 000 m above sea level.

NOTE 5 The rated efficiency and efficiency class are based on a rating for altitudes up to 1 000 m above sea level.

This standard establishes a set of limit efficiency values based on frequency, number of poles and motor power. No distinction is made between motor technologies, supply voltage or motors with increased insulation designed specifically for converter operation even though these motor technologies may not all be capable of reaching the higher efficiency classes (see Table 1). This makes different motor technologies fully comparable with respect to their energy efficiency potential.

NOTE 6 Regulators should consider the above constraints when assigning national minimum energy-efficiency performance standards (MEPS) with respect to any particular type of motor.

The efficiency of power-drive systems is not covered by this standard. In particular, motor losses due to harmonic content of the supply voltage, losses in cables, filters and frequency-converters, are not covered.

Motors with flanges, feet and/or shafts with mechanical dimensions different from IEC 60072-1 are covered by this standard.

Geared motors are covered by this standard including those incorporating non-standard shafts and flanges.

Excluded are:

- Single-speed motors with 10 or more poles or multi-speed motors.

- Motors with mechanical commutators (such as DC motors).
- Motors completely integrated into a machine (for example pump, fan and compressor) that cannot be practically tested separately from the machine even with provision of a temporary end-shield and drive-end bearing. This means the motor shall: a) share common components (apart from connectors such as bolts) with the driven unit (for example, a shaft or housing) and; b) not be designed in such a way as to enable the motor to be separated from the driven unit as an entire motor that can operate independently of the driven unit. That is, for a motor to be excluded from this standard, the process of separation shall render the motor inoperative.

(TEAO, IC418) Totally enclosed air-over machines, i.e. totally enclosed frame-surface cooled machines intended for exterior cooling by a ventilating means external to the machine, are covered by this standard. Efficiency testing of such motors may be performed with the fan removed and the cooling provided by an external blower with a similar airflow rate as the original fan.

- Motors with integrated frequency-converters (compact drives) when the motor cannot be tested separately from the converter. Energy efficiency classification of compact drives shall be based on the complete product (PDS : Power Drive System) and will be defined in a separate standard.

NOTE 7 A motor is not excluded when the motor and frequency-converter can be separated and the motor can be tested independently of the converter.

- Brake motors when the brake is an integral part of the inner motor construction and can neither be removed nor supplied by a separate power source during the testing of motor efficiency.

NOTE 8 Brake motors with a brake coil that is integrated into the flange of the motor are covered as long as it is possible to test motor efficiency without the losses of the brake (for example by dismantling the brake or by energizing the brake coil from a separate power source).

When the manufacturer offers a motor of the same design with and without a brake the test of motor efficiency may be done on a motor without the brake. The determined efficiency may then be used as the rating of both motor and brake motor.

- Submersible motors specifically designed to operate wholly immersed in a liquid.
- Smoke extraction motors with a temperature class above 400 °C.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

IEC 60034-2-1, *Rotating electrical machines – Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)*

IEC/TS 60034-2-3, *Rotating electrical machines – Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC induction motors*

IEC 60034-6, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)*

IEC/TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply*

IEC 60038, *IEC standard voltages*

3 Terms, definitions and symbols

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60034-1 and the following apply.

3.1.1

single-speed motor

motor rated for 50 Hz and/or 60 Hz on-line operation

Note 1 to entry: Single-speed motors may be capable of frequency converter operation with variable speed.

3.1.2

multi-speed motor

motor rated for 50 Hz and/or 60 Hz on-line operation that has multiple windings or a switchable winding to provide two or more different number of poles with different synchronous speeds

3.1.3

variable speed motor

motor rated for a speed range and supplied by voltage of variable amplitude and frequency

3.1.4

brake motor

motor equipped with an electro-mechanical brake unit operating directly on the motor shaft without couplings

3.1.5

geared motor

motor equipped with an integral gearbox without couplings (i.e. the first gear wheel is fixed to the motor shaft)

3.1.6

pump motor

motor directly attached to a pump without couplings (i.e. the impeller is fixed to the motor shaft)

3.1.7

average efficiency

average efficiency value for a motor population of the same design and rating

3.1.8

nominal efficiency

efficiency value required to meet a certain efficiency class according to the efficiency tables in this standard

3.1.9

rated efficiency

efficiency value assigned by the manufacturer, equal to the nominal efficiency value or higher

3.2 Symbols

η_n is the nominal efficiency, %

η_N is the rated efficiency, %

- f_N is the rated frequency, Hz
- n_N is the rated speed, min^{-1}
- P_N is the rated power, kW
- T_N is the rated torque, Nm
- U_N is the rated voltage, V

4 Fields of application

Table 1 gives information on line-start and energy-efficiency potential of various commonly used motor technologies.

Not all motor technologies are able to reach all efficiency classes nor can motors for all efficiency classes or sizes be produced or operated in an economically feasible way. Therefore, regulators are asked to consider the following constraints when assigning minimum energy efficiency performance standards (MEPS).

Motors marked with “Yes” in Table 1 are considered to be state of present technology and are consequently suitable for consideration in mandatory requirements in legislation.

Table 1 – Motor technologies and their energy efficiency potential

Motor type		IE1	IE2	IE3	IE4	IE5
Three-phase cage-rotor induction motors (ASM)	Random wound windings (all enclosures, all ratings)	Yes	Yes	Yes	Difficult	No
	Form wound windings; IP2x (open motors)	Yes	Yes	Difficult	No	No
	Form wound windings; IP4x and above	Yes	Yes	Yes	Difficult	No
Three-phase wound-rotor induction motors		Yes	Yes	Yes	Difficult	No
Single-phase induction motors	Start capacitor	Difficult	No	No	No	No
	Run capacitor	Yes	Difficult	No	No	No
	Start/run capacitor	Yes	Difficult	No	No	No
	Split-phase	Difficult	No	No	No	No
Synchronous motors	Line-start permanent-magnet (LSPM ^a)	Yes	Yes	Yes	Difficult	No

^a Line-start permanent-magnet motors have limitations on their line-start capabilities with respect to torque and external inertia and may not be suitable for all types of applications.

NOTE 1 With regard to the IE levels, “Yes” means the efficiency class is achievable with present technology (although in some cases it may not be economical); “No” means the efficiency class is not generally achievable with present technology; “Difficult” means that the energy-efficiency level may be achieved with present technology for some but not all power ratings and the standardized frame-size may be exceeded. “Line-start” means the capability of the motor to start direct on-line (Design N of IEC 60034-12 for single-speed, three-phase cage induction motors) without the need for a frequency converter.

NOTE 2 It may be difficult to develop motors for efficiency classes IE3 and above within the local power / frame size standards (such as NBR 17094 or EN 50347).

NOTE 3 It is expected that motors for efficiency class IE5 will be covered in part 2 of this standard.

NOTE 4 The energy efficiency potential of motor technologies regarding IE5 classification will be revised after the IE5 classification has been defined.

Motors covered by this standard may be used in variable-speed drive applications (see IEC/TS 60034-25). In such applications the actual efficiency of the motor is lower than the rated efficiency due to increased losses from the harmonic-voltage content of the power supply. For efficiency testing see IEC/TS 60034-2-3.

The energy efficiency classification of motors in this standard is related to the losses at sinusoidal power supply only.

The following motors may not be able to reach the higher efficiency classes specifications (IE3 and above):

- Motors with cooling methods other than IC0Ax, IC1Ax, IC2Ax, IC3Ax or IC4Ax (see IEC 60034-6);
- Motors built for a restricted space (high-output design, i.e. smaller frame sizes than usual in national standards);
- Motors specifically built for operation in explosive environments according to IEC 60079-0 (due to safety requirements and possible design constraints of explosion proof motors such as increased air-gap, reduced starting current, enhanced sealing);
- Motors for special requirements of the driven machine beyond the requirements of the IEC 60034 series of standards (such as motors for heavy starting duty, special torque stiffness and/or breakdown torque characteristics, large number of start/stop cycles, very low rotor inertia);
- Motors for special characteristics of the grid supply beyond the requirements of the IEC 60034 series of standards (such as motors with limited starting current, increased tolerances of voltage and/or frequency);
- Motors with liquid cooling on account of their higher power density compared with air cooled motors of the same frame size;
- Smoke extraction motors with a temperature class higher than 300 °C.

5 Efficiency

5.1 Determination

5.1.1 General

This standard deals with single-speed motors operated on-line. Motors operated by frequency-converters may have higher losses as compared to on-line (sinusoidal) power supply due to the harmonic voltage content (for details see IEC/TS 60034-25). They are covered in part two of this standard series.

In order to make efficiency class ratings comparable between different motor technologies, all tests according to this standard shall be performed on sinusoidal voltage.

Efficiency and losses shall be tested in accordance with the preferred method of the individual motor type as given in IEC 60034-2-1.

5.1.2 Rated voltages, rated frequencies and rated power

The rated efficiency shall be determined at rated power P_N , rated voltage U_N and rated frequency f_N .

Motors rated for an extended voltage tolerance (for example 400 V \pm 10 % according to IEC 60038) shall be assigned a single rated efficiency, i.e. the extended tolerance shall be disregarded.

Motors with rated voltage/frequency combinations of the same magnetic flux and power, for example 230 V/400 V (delta/star) or 230 V/460 V (double-star/star), shall have only one rated efficiency and efficiency class (IE code).

Motors with more than one rated voltage/frequency/power combination should be assigned a rated efficiency and a rated efficiency-class (IE code) for each rated voltage/frequency/power combination.

However, as a minimum the lowest efficiency value and the associated IE code (of all rated voltage/frequency/power combinations) shall always be printed on the rating plate.

All efficiency values and IE codes shall be available in the product documentation (catalogue or operating instructions).

NOTE For example in Japan the rating combination “200 V/50 Hz – 200 V/60 Hz – 220 V/60 Hz” is commonly used for single-speed motors and in Europe the rating combination “380 V/50 Hz – 400 V/50 Hz – 415 V/50 Hz – 460 V/60 Hz” is sometimes used. For these examples there will be three or four efficiency ratings and there may be several different IE codes.

5.1.3 Auxiliary devices

Some electric motors covered by this standard may be equipped with auxiliary devices such as shaft seals, external fans, mechanical brakes, back-stops and unidirectional bearings, speed sensors, tacho-generators in various combinations.

However, as long as these auxiliary devices are not an integral part of the basic motor design, the determination of efficiency in all possible combinations is not practical. Tests for efficiency of such modified standard motors shall be performed on basic motors with original cooling without auxiliary devices installed.

The losses of a separately driven fan are to be included in the efficiency determination procedure when the external fan is an integral part of the basic motor construction. When the external fan is just an optional add-on to a mass-produced motor, which normally carries a shaft-mounted fan, the losses of the basic motor (with the shaft-mounted fan) can be used.

Angular-contact bearings (thrust bearings) for vertical mounted motors may be replaced by standard bearings during efficiency testing. Such motors may be tested horizontally.

Some types of motors (such as geared motors, pump motors and others) are equipped with shaft seals to prevent ingress of oil or water into the motor. External seals shall be removed for efficiency testing. This applies only to seals that are accessible from the outside without dismantling of the motor (dismantling of the fan-cover and the fan is accepted).

Electro-mechanical brakes shall be removed during testing of motor efficiency. When the motor construction prohibits a removal of the brake, the brake-coil shall be energized from a separate power source and the energy consumption of the brake-coil shall be disregarded in the calculation of motor efficiency.

5.2 Rating

The efficiency declared by the manufacturer on the rating plate (rated efficiency) shall be greater or equal to the nominal efficiency as defined in this standard (according to the efficiency class (IE code) on the rating plate).

The full-load efficiency of any motor, when tested at rated voltage and rated frequency shall not be less than the rated-/classification efficiency minus the tolerance of the total losses in accordance with IEC 60034-1.

It is recommended to report efficiencies at 50 %, 75 % and full load in the product documentation. For the purpose of this standard only the efficiency at rated power applies.

Variations in materials, manufacturing processes and testing result in motor-to-motor efficiency variations for a given motor design; the full-load efficiency for a large population of motors of a single design is not a unique value but rather a band of efficiency. Therefore, the energy efficiency limits given in this standard are nominal.

5.3 Classification and marking

5.3.1 General

The designation of the energy efficiency class consists of the letters “IE” (short for International Energy efficiency class), directly followed by a numeral representing the classification according to Table 2.

5.3.2 Efficiency classification

Table 2 – IE efficiency classification

Designation	Definition
IE1	Motors with a rated full-load efficiency equal to or exceeding the limits listed in 5.4.1.
IE2	Motors with a rated full-load efficiency equal to or exceeding the limits listed in 5.4.2.
IE3	Motors with a rated full-load efficiency equal to or exceeding the limits listed in 5.4.3.
IE4	Motors with a rated full-load efficiency equal to or exceeding the limits listed in 5.4.4.
IE5	Envisaged for a future edition of this standard. See Annex A.

5.3.3 Motors below IE1 efficiency

Some motors have rated efficiencies below the limits given in Tables 3 and 4. No marking of these motors shall be required.

5.3.4 Marking

The rated efficiency and the IE code shall be durably marked on the rating plate, for example “IE2 – 84,0 %”.

5.4 Nominal limits for efficiency classes IE1, IE2, IE3 and IE4

NOTE Shaded areas in the tables indicate changes compared to the previous edition of this standard.

5.4.1 Nominal efficiency limits for IE1

Table 3 – Nominal efficiency limits (%) for 50 Hz IE1

P_N kW	Number of poles/synchronous speed min ⁻¹			
	2/3000	4/1500	6/1000	8/750
0,12	45,0	50,0	38,3	31,0
0,18	52,8	57,0	45,5	38,0
0,20	54,6	58,5	47,6	39,7
0,25	58,2	61,5	52,1	43,4
0,37	63,9	66,0	59,7	49,7
0,40	64,9	66,8	61,1	50,9
0,55	69,0	70,0	65,8	56,1
0,75	72,1	72,1	70,0	61,2
1,1	75,0	75,0	72,9	66,5
1,5	77,2	77,2	75,2	70,2
2,2	79,7	79,7	77,7	74,2
3	81,5	81,5	79,7	77,0
4	83,1	83,1	81,4	79,2
5,5	84,7	84,7	83,1	81,4
7,5	86,0	86,0	84,7	83,1
11	87,6	87,6	86,4	85,0
15	88,7	88,7	87,7	86,2
18,5	89,3	89,3	88,6	86,9
22	89,9	89,9	89,2	87,4
30	90,7	90,7	90,2	88,3
37	91,2	91,2	90,8	88,8
45	91,7	91,7	91,4	89,2
55	92,1	92,1	91,9	89,7
75	92,7	92,7	92,6	90,3
90	93,0	93,0	92,9	90,7
110	93,3	93,3	93,3	91,1
132	93,5	93,5	93,5	91,5
160	93,8	93,8	93,8	91,9
200	94,0	94,0	94,0	92,5
250	94,0	94,0	94,0	92,5
315	94,0	94,0	94,0	92,5
355	94,0	94,0	94,0	92,5
400	94,0	94,0	94,0	92,5
450	94,0	94,0	94,0	92,5
500 up to 1 000	94,0	94,0	94,0	92,5

Table 4 – Nominal efficiency limits (%) for 60 Hz IE1

P_N kW	Number of poles/synchronous speed min ⁻¹			
	2/3600	4/1800	6/1200	8/900
0,12	57,5	62,0	48,0	36,0
0,18	62,0	66,0	52,5	40,0
0,25	64,0	68,0	57,5	50,5
0,37	70,0	70,0	62,0	57,5
0,55	72,0	74,0	66,0	59,5
0,75	74,0	77,0	72,0	64,0
1,1	78,5	79,0	75,0	73,5
1,5	81,0	81,5	77,0	77,0
2,2	81,5	83,0	78,5	78,0
3,7	84,5	85,0	83,5	80,0
5,5	86,0	87,0	85,0	84,0
7,5	87,5	87,5	86,0	85,0
11	87,5	88,5	89,0	87,5
15	88,5	89,5	89,5	88,5
18,5	89,5	90,5	90,2	88,5
22	89,5	91,0	91,0	90,2
30	90,2	91,7	91,7	90,2
37	91,5	92,4	91,7	91,0
45	91,7	93,0	91,7	91,0
55	92,4	93,0	92,1	91,5
75	93,0	93,2	93,0	92,0
90	93,0	93,2	93,0	92,5
110	93,0	93,5	94,1	92,5
150 up to 1 000	94,1	94,5	94,1	92,5

5.4.2 Nominal efficiency limits for IE2 (see Tables 5 and 6)

Table 5 – Nominal efficiency limits (%) for 50 Hz IE2

P_N kW	Number of poles/synchronous speed min ⁻¹			
	2/3000	4/1500	6/1000	8/750
0,12	53,6	59,1	50,6	39,8
0,18	60,4	64,7	56,6	45,9
0,20	61,9	65,9	58,2	47,4
0,25	64,8	68,5	61,6	50,6
0,37	69,5	72,7	67,6	56,1
0,40	70,4	73,5	68,8	57,2
0,55	74,1	77,1	73,1	61,7
0,75	77,4	79,6	75,9	66,2
1,1	79,6	81,4	78,1	70,8
1,5	81,3	82,8	79,8	74,1
2,2	83,2	84,3	81,8	77,6
3	84,6	85,5	83,3	80,0
4	85,8	86,6	84,6	81,9
5,5	87,0	87,7	86,0	83,8
7,5	88,1	88,7	87,2	85,3
11	89,4	89,8	88,7	86,9
15	90,3	90,6	89,7	88,0
18,5	90,9	91,2	90,4	88,6
22	91,3	91,6	90,9	89,1
30	92,0	92,3	91,7	89,8
37	92,5	92,7	92,2	90,3
45	92,9	93,1	92,7	90,7
55	93,2	93,5	93,1	91,0
75	93,8	94,0	93,7	91,6
90	94,1	94,2	94,0	91,9
110	94,3	94,5	94,3	92,3
132	94,6	94,7	94,6	92,6
160	94,8	94,9	94,8	93,0
200 up to 1 000	95,0	95,1	95,0	93,5

Table 6 – Nominal efficiency limits (%) for 60 Hz IE2

P_N kW	Number of poles/synchronous speed min ⁻¹			
	2/3600	4/1800	6/1200	8/900
0,12	59,5	64,0	50,5	40,0
0,18	64,0	68,0	55,0	46,0
0,25	68,0	70,0	59,5	52,0
0,37	72,0	72,0	64,0	58,0
0,55	74,0	75,5	68,0	62,0
0,75	75,5	78,0	73,0	66,0
1,1	82,5	84,0	85,5	75,5
1,5	84,0	84,0	86,5	82,5
2,2	85,5	87,5	87,5	84,0
3,7	87,5	87,5	87,5	85,5
5,5	88,5	89,5	89,5	85,5
7,5	89,5	89,5	89,5	88,5
11	90,2	91,0	90,2	88,5
15	90,2	91,0	90,2	89,5
18,5	91,0	92,4	91,7	89,5
22	91,0	92,4	91,7	91,0
30	91,7	93,0	93,0	91,0
37	92,4	93,0	93,0	91,7
45	93,0	93,6	93,6	91,7
55	93,0	94,1	93,6	93,0
75	93,6	94,5	94,1	93,0
90	94,5	94,5	94,1	93,6
110	94,5	95,0	95,0	93,6
150	95,0	95,0	95,0	93,6
185	95,4	95,0	95,0	93,6
220 up to 335	95,4	95,4	95,0	93,6
375 up to 1 000	95,4	95,8	95,0	94,1

5.4.3 Nominal efficiency limits for IE3 (see Tables 7 and 8)

Table 7 – Nominal efficiency limits (%) for 50 Hz IE3

P_N kW	Number of poles/synchronous speed min ⁻¹			
	2/3000	4/1500	6/1000	8/750
0,12	60,8	64,8	57,7	50,7
0,18	65,9	69,9	63,9	58,7
0,20	67,2	71,1	65,4	60,6
0,25	69,7	73,5	68,6	64,1
0,37	73,8	77,3	73,5	69,3
0,40	74,6	78,0	74,4	70,1
0,55	77,8	80,8	77,2	73,0
0,75	80,7	82,5	78,9	75,0
1,1	82,7	84,1	81,0	77,7
1,5	84,2	85,3	82,5	79,7
2,2	85,9	86,7	84,3	81,9
3	87,1	87,7	85,6	83,5
4	88,1	88,6	86,8	84,8
5,5	89,2	89,6	88,0	86,2
7,5	90,1	90,4	89,1	87,3
11	91,2	91,4	90,3	88,6
15	91,9	92,1	91,2	89,6
18,5	92,4	92,6	91,7	90,1
22	92,7	93,0	92,2	90,6
30	93,3	93,6	92,9	91,3
37	93,7	93,9	93,3	91,8
45	94,0	94,2	93,7	92,2
55	94,3	94,6	94,1	92,5
75	94,7	95,0	94,6	93,1
90	95,0	95,2	94,9	93,4
110	95,2	95,4	95,1	93,7
132	95,4	95,6	95,4	94,0
160	95,6	95,8	95,6	94,3
200 up to 1 000	95,8	96,0	95,8	94,6

Table 8 – Nominal efficiency limits (%) for 60 Hz IE3

P_N kW	Number of poles / synchronous speed min ⁻¹			
	2/3600	4/1800	6/1200	8/900
0,12	62,0	66,0	64,0	59,5
0,18	65,6	69,5	67,5	64,0
0,25	69,5	73,4	71,4	68,0
0,37	73,4	78,2	75,3	72,0
0,55	76,8	81,1	81,7	74,0
0,75	77,0	83,5	82,5	75,5
1,1	84,0	86,5	87,5	78,5
1,5	85,5	86,5	88,5	84,0
2,2	86,5	89,5	89,5	85,5
3,7	88,5	89,5	89,5	86,5
5,5	89,5	91,7	91,0	86,5
7,5	90,2	91,7	91,0	89,5
11	91,0	92,4	91,7	89,5
15	91,0	93,0	91,7	90,2
18,5	91,7	93,6	93,0	90,2
22	91,7	93,6	93,0	91,7
30	92,4	94,1	94,1	91,7
37	93,0	94,5	94,1	92,4
45	93,6	95,0	94,5	92,4
55	93,6	95,4	94,5	93,6
75	94,1	95,4	95,0	93,6
90	95,0	95,4	95,0	94,1
110	95,0	95,8	95,8	94,1
150	95,4	96,2	95,8	94,5
185 up to 1 000	95,8	96,2	95,8	95,0

5.4.4 Nominal efficiency limits for IE4 (see Tables 9 and 10)

Table 9 – Nominal efficiency limits (%) for 50 Hz IE4

P_N kW	Number of poles/synchronous speed min ⁻¹			
	2/3000	4/1500	6/1000	8/750
0,12	66,5	69,8	64,9	62,3
0,18	70,8	74,7	70,1	67,2
0,20	71,9	75,8	71,4	68,4
0,25	74,3	77,9	74,1	70,8
0,37	78,1	81,1	78,0	74,3
0,40	78,9	81,7	78,7	74,9
0,55	81,5	83,9	80,9	77,0
0,75	83,5	85,7	82,7	78,4
1,1	85,2	87,2	84,5	80,8
1,5	86,5	88,2	85,9	82,6
2,2	88,0	89,5	87,4	84,5
3	89,1	90,4	88,6	85,9
4	90,0	91,1	89,5	87,1
5,5	90,9	91,9	90,5	88,3
7,5	91,7	92,6	91,3	89,3
11	92,6	93,3	92,3	90,4
15	93,3	93,9	92,9	91,2
18,5	93,7	94,2	93,4	91,7
22	94,0	94,5	93,7	92,1
30	94,5	94,9	94,2	92,7
37	94,8	95,2	94,5	93,1
45	95,0	95,4	94,8	93,4
55	95,3	95,7	95,1	93,7
75	95,6	96,0	95,4	94,2
90	95,8	96,1	95,6	94,4
110	96,0	96,3	95,8	94,7
132	96,2	96,4	96,0	94,9
160	96,3	96,6	96,2	95,1
200	96,5	96,7	96,3	95,4
250	96,5	96,7	96,5	95,4
315 up to 1 000	96,5	96,7	96,6	95,4

NOTE Tables 9 and 10 supersede Annex A of IEC 60034-31:2010.

Table 10 – Nominal efficiency limits (%) for 60 Hz IE4

P_N kW	Number of poles / synchronous speed min ⁻¹			
	2/3600	4/1800	6/1200	8/900
0,12	66,0	70,0	68,0	64,0
0,18	70,0	74,0	72,0	68,0
0,25	74,0	77,0	75,5	72,0
0,37	77,0	81,5	78,5	75,5
0,55	80,0	84,0	82,5	77,0
0,75	82,5	85,5	84,0	78,5
1,1	85,5	87,5	88,5	81,5
1,5	86,5	88,5	89,5	85,5
2,2	88,5	91,0	90,2	87,5
3,7	89,5	91,0	90,2	88,5
5,5	90,2	92,4	91,7	88,5
7,5	91,7	92,4	92,4	91,0
11	92,4	93,6	93,0	91,0
15	92,4	94,1	93,0	91,7
18,5	93,0	94,5	94,1	91,7
22	93,0	94,5	94,1	93,0
30	93,6	95,0	95,0	93,0
37	94,1	95,4	95,0	93,6
45	94,5	95,4	95,4	93,6
55	94,5	95,8	95,4	94,5
75	95,0	96,2	95,8	94,5
90	95,4	96,2	95,8	95,0
110	95,4	96,2	96,2	95,0
150	95,8	96,5	96,2	95,4
185	96,2	96,5	96,2	95,4
220	96,2	96,8	96,5	95,4
250 up to 1 000	96,2	96,8	96,5	95,8

NOTE Tables 9 and 10 supersede Annex A of IEC 60034-31:2010.

5.4.5 Interpolation of nominal efficiency limits of intermediate rated powers for 50 Hz mains supply frequency

To determine normative nominal efficiency limits of 50 Hz motors with rated powers not given in the tables above within the range of 0,12 kW up to 200 kW the following formula shall be applied:

$$\eta_N = A \cdot \left[\log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) \right]^3 + B \cdot \left[\log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) \right]^2 + C \cdot \log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) + D$$

where A, B, C, D = interpolation coefficients (see Tables 11 and 12); P_N is given in kW.

NOTE The formula and interpolation coefficients were mathematically derived to create a best fitting curve for the desired nominal efficiency limits. They do not have a physical meaning.

The resulting efficiency (%) shall be rounded to the nearest tenth, i.e. xx,x %.

Table 11 – Interpolation coefficients for 0,12 kW up to 0,74 kW

IE code	Coefficients	8-poles	6-poles	4-poles	2-poles
		750 /min	1 000 /min	1 500 /min	3 000 /min
IE1	A	5,9466	-45,9652	16,7271	11,924
	B	7,9458	-87,1474	12,7136	6,3699
	C	40,441	-8,2383	25,947	30,0509
	D	66,146	68,7303	76,174	76,6136
IE2	A	6,4855	-15,9218	17,2751	22,4864
	B	9,4748	-30,258	23,978	27,7603
	C	36,852	16,6861	35,5822	37,8091
	D	70,762	79,1838	84,9935	82,458
IE3	A	-0,5896	-17,361	7,6356	6,8532
	B	-25,526	-44,538	4,8236	6,2006
	C	4,2884	-3,0554	21,0903	25,1317
	D	75,831	79,1318	86,0998	84,0392
IE4	A	-4,9735	-13,0355	8,432	-8,8538
	B	-21,453	-36,9497	2,6888	-20,3352
	C	2,6653	-4,3621	14,6236	8,9002
	D	79,055	82,0009	87,6153	85,0641

Table 12 – Interpolation coefficients for 0,75 kW up to 200 kW

IE code	Coefficients	8-poles	6-poles	4-poles	2-poles
		750 /min	1 000 /min	1 500 /min	3 000 /min
IE1	A	2,4433	0,0786	0,5234	0,5234
	B	-13,8	-3,5838	-5,0499	-5,0499
	C	30,656	17,2918	17,4180	17,4180
	D	65,238	72,2383	74,3171	74,3171
IE2	A	2,1311	0,0148	0,0278	0,2972
	B	-12,029	-2,4978	-1,9247	-3,3454
	C	26,719	13,2470	10,4395	13,0651
	D	69,735	77,5603	80,9761	79,077
IE3	A	0,7189	0,1252	0,0773	0,3569
	B	-5,1678	-2,613	-1,8951	-3,3076
	C	15,705	11,9963	9,2984	11,6108
	D	77,074	80,4769	83,7025	82,2503
IE4	A	0,6556	0,3598	0,2412	0,34
	B	-4,7229	-3,2107	-2,3608	-3,0479
	C	13,977	10,7933	8,446	10,293
	D	80,247	84,107	86,8321	84,8208

5.4.6 Interpolation of nominal efficiency limits of intermediate rated powers for 60 Hz mains supply frequency

Normative, nominal limits are given in Tables 4, 6, 8 and 10. Normative, nominal limits of 60 Hz motors having rated powers not defined in the tables shall be determined as follows:

- The efficiency of a rated power at or above the midpoint between two consecutive power values from the tables shall be the higher of the two efficiencies.
- The efficiency of a rated power below the midpoint between two consecutive power values from the tables shall be the lower of the two efficiencies.

Annex A (informative)

Nominal limits for efficiency class IE5

The levels of the IE5 efficiency class are envisaged to be incorporated into the next edition of this standard and/or in part two of this standard series. It is the goal to reduce the losses of IE5 by some 20 % relative to IE4. Motor technologies for IE5 are currently not well developed and not commercially available.

Further energy-efficiency optimizations will have to focus on improved system efficiency throughout the entire operating load cycle including all system-losses (converter, filter, cables, motor, etc.), see EN 52800.

Bibliography

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-12, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

IEC/TS 60034-31:2010, *Rotating electrical machines – Part 31: Selection of energy-efficient motors including variable speed applications – Application guide*

IEC 60072-1, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

EN 12101-3, *Smoke and heat control systems – Part 3: Specification for powered smoke and heat exhaust ventilators*

EN 50347, *General purpose three-phase induction motors having standard dimensions and outputs – Frame numbers 56 to 315 and flange numbers 65 to 740*

EN 52800, *Energy efficiency for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications*

JIS C 4212 (Japanese Industrial Standard), *Low-voltage three-phase squirrel-cage high-efficiency induction motors*

NBR 17094-1, *Rotating electrical machines – Induction motors – Specification*

NEMA MG1, *Motors and Generators*

SANS 1804-1 (South African Standard), *Induction motors – Part 1: IEC requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	27
INTRODUCTION.....	29
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives	32
3 Termes, définitions et symboles	33
3.1 Termes et définitions	33
3.2 Symboles	34
4 Champ d'application	34
5 Rendement.....	36
5.1 Détermination	36
5.1.1 Généralités	36
5.1.2 Tensions assignées, fréquences assignées et puissances assignées	36
5.1.3 Équipements auxiliaires	37
5.2 Assignations	37
5.3 Classification et marquage	38
5.3.1 Généralités	38
5.3.2 Classification du rendement.....	38
5.3.3 Moteurs de rendement inférieur à IE1	38
5.3.4 Marquage	38
5.4 Limites nominales pour les classes de rendement IE1, IE2, IE3 et IE4.....	38
5.4.1 Limites de rendement nominal pour IE1	39
5.4.2 Limites de rendement nominal pour IE2	41
5.4.3 Limites de rendement nominal pour IE3	43
5.4.4 Limites de rendement nominal pour IE4	45
5.4.5 Interpolation des limites de rendement nominal des puissances assignées intermédiaires pour une fréquence du réseau électrique de 50 Hz	46
5.4.6 Interpolation des limites de rendement nominal des puissances assignées intermédiaires pour une fréquence du réseau électrique de 60 Hz	48
Annexe A (informative) Limites nominales pour la classe de rendement IE5	49
Bibliographie.....	50
Tableau 1 – Technologies de moteur et leur potentiel de rendement énergétique	35
Tableau 2 – Classification IE du rendement	38
Tableau 3 – Limites de rendement nominal (%) pour IE1, 50 Hz	39
Tableau 4 – Limites de rendement nominal (%) pour IE1, 60 Hz	40
Tableau 5 – Limites de rendement nominal (%) pour IE2, 50 Hz	41
Tableau 6 – Limites de rendement nominal (%) pour IE2, 60 Hz	42
Tableau 7 – Limites de rendement nominal (%) pour IE3, 50 Hz	43
Tableau 8 – Limites de rendement nominal (%) pour IE3, 60 Hz	44
Tableau 9 – Limites de rendement nominal (%) pour IE4, 50 Hz	45
Tableau 10 – Limites de rendement nominal (%) pour IE4, 60 Hz	46
Tableau 11 – Coefficients d'interpolation pour 0,12 kW jusqu'à 0,74 kW	47
Tableau 12 – Coefficients d'interpolation pour 0,75 kW jusqu'à 200 kW	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

**Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs
à courant alternatif alimentés par le réseau (code IE)**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60034-30-1 a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Cette première édition de la CEI 60034-30-1 annule et remplace la CEI 60034-30 (2008). Elle annule et remplace également l'Annexe A de la CEI 60034-31 (2010). Cette annexe sera retirée de la CEI 60034-31:2010 lors de sa prochaine révision.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1729/FDIS	2/1739/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

NOTE Un tableau des correspondances de toutes les publications du comité d'études 2 de la CEI peut être trouvé sur le site web de la CEI, à la page d'accueil de ce comité.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

La présente norme CEI apporte une harmonisation globale des classes de rendement énergétique des moteurs électriques. Elle traite tous les types de moteurs électriques alimentés par le réseau (incluant le démarrage à tension réduite). Ceux-ci comportent tous les moteurs à induction basse tension monophasés et triphasés, quelles que soient leur tension et leur fréquence assignées, ainsi que les moteurs à aimant permanent à démarrage en ligne.

Une deuxième partie de cette série de normes (CEI 60034-30-2) sera élaborée pour les moteurs à tension et fréquence variables, tels que les moteurs synchrones. Cette deuxième partie mentionnera également les pertes de tension harmonique dans les moteurs alimentés par le réseau lorsqu'ils sont alimentés par des convertisseurs de fréquence.

La CEI 60034-30-1 élargit de manière significative la gamme de produits couverte dans la première édition de la CEI 60034-30. La gamme de puissance a été étendue (elle commence à 0,12 kW et se termine à 1 000 kW). Toutes les réalisations techniques de moteurs électriques sont couvertes dans la mesure où ils sont prévus pour être alimentés par le réseau, et pas uniquement les moteurs à induction triphasés à cage, comme dans la première édition.

La classe IE4 est nouvellement introduite dans cette norme. La définition informative de l'IE4, qui était incluse précédemment dans la CEI/TS 60034-31:2010, est donc obsolète.

La nouvelle classe IE5 n'est pas encore définie en détail, mais elle est envisagée pour les produits potentiels dans une édition future de la norme.

Pour une puissance et des dimensions de carcasse données, il est généralement plus aisé d'obtenir un rendement supérieur du moteur lorsque le moteur est conçu pour être alimenté directement par le réseau à une fréquence de 60 Hz plutôt qu'à 50 Hz, comme expliqué dans la Note 1.

NOTE 1 Puisque l'utilisation et les dimensions d'un moteur sont liées au couple plutôt qu'à la puissance, la puissance de sortie théorique des moteurs mono vitesse augmente linéairement avec la fréquence d'alimentation (et donc avec la vitesse), c'est-à-dire de 20 % entre 50 Hz et 60 Hz.

Les pertes par effet Joule dans les bobinages sont dominantes, particulièrement dans les moteurs à induction de petites et moyennes dimensions. Fondamentalement, elles restent constantes pour 50 Hz et 60 Hz tant que le couple est maintenu constant. Bien que les pertes de ventilation, de frottement et dans le fer augmentent avec la fréquence, elles jouent un rôle mineur, en particulier dans les moteurs à quatre pôles et plus. Ainsi, à 60 Hz, les pertes augmentent moins que les 20 % d'augmentation de puissance par rapport à 50 Hz et de ce fait, le rendement est amélioré.

En pratique, les désignations de puissance de sortie à 60 Hz et à 50 Hz des moteurs mono vitesse sont tenues d'être conformes aux niveaux de puissance normalisés, conformément à la CEI 60072-1 et autres normes locales comme l'EN 50347. Par conséquent, une augmentation de 20 % de l'assignation de la puissance du moteur n'est pas toujours possible. Toutefois, l'avantage général d'une fréquence de 60 Hz reste applicable lorsque la conception du moteur est optimisée pour la fréquence d'alimentation respective plutôt que simplement réassignée.

La différence de rendement entre 50 Hz et 60 Hz varie avec le nombre de pôles et les dimensions du moteur. En général, le rendement à 60 Hz des moteurs à induction à cage triphasés dans la gamme de puissance de 0,75 kW à 375 kW se situe entre 2,5 % à moins de 0,5 % plus élevé que par rapport au rendement à 50 Hz. Seuls les gros moteurs 2 pôles peuvent voir leur rendement à 60 Hz réduit du fait de la forte proportion des pertes dans le fer, de ventilation et de frottement.

Il n'est pas envisagé que tous les constructeurs produisent des moteurs pour toutes les classes de rendement, ni pour toutes les caractéristiques assignées d'une classe donnée.

Il convient que les utilisateurs sélectionnent la classe de rendement pour une application donnée en fonction des durées de fonctionnement réelles. Il peut être inefficace d'un point de vue énergétique de sélectionner des moteurs d'une classe de haut rendement pour des durées de fonctionnement en régimes intermittents ou faibles, en raison de pertes d'inertie et de démarrage renforcées.

NOTE 2 Le guide d'application CEI/TS 60034-31:2010 donne d'autres informations relatives aux applications utiles des moteurs électriques de haut rendement.

Afin d'atteindre une part de marché significative, il est essentiel que les moteurs de haut rendement répondent aux normes nationales/régionales qui régissent les puissances assignées en fonction des dimensions mécaniques (telles que les dimensions de carcasse, les brides). Il existe un certain nombre de réglementations nationales/régionales qui fixent les dimensions des carcasses (EN 50347, JIS C 4212, NBR 17094, NEMA MG13, SANS 1804 et autres) mais aucune norme CEI. La présente norme (CEI 60034-30-1) définissant les classes de rendement énergétique indépendamment des contraintes dimensionnelles, il peut ne pas être possible dans tous les marchés de produire des moteurs à haut rendement tout en respectant les dimensions mécaniques fixées par les normes nationales/régionales.

Les codes IE ne sont pas limités aux moteurs mais ils peuvent être utilisés pour classer d'autres composants, tels que les convertisseurs de fréquence et les boîtes à engrenage.

Il est toutefois prévu que les autres composants soient classés au moyen d'un système comparable: IE1 signifiant un faible rendement jusqu'à IE5 signifiant le rendement le plus élevé.

Des combinaisons de composants (tels que les systèmes d'entraînement mécanique) nécessiteront un classement de rendement combiné. Afin d'éviter toute confusion, il convient que ce classement ne soit pas un code IE. Celui-ci sera défini dans d'autres normes CEI.

Les niveaux de rendement de la présente norme pour 50 Hz et 60 Hz ne sont pas toujours parfaitement cohérents pour tous les nombres de pôles et sur toute la gamme de puissance.

NOTE 3 Les niveaux de rendement pour les moteurs à 60 Hz ont été assignés afin d'assurer la compatibilité avec les exigences réglementaires aux États-Unis d'Amérique.

NOTE 4 Les niveaux de rendement pour les moteurs à 50 Hz entre 0,75 kW et 375 kW restent inchangés afin d'assurer la compatibilité avec les exigences réglementaires européennes.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif alimentés par le réseau (code IE)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60034 spécifie les classes de rendement pour les moteurs électriques mono vitesse qui sont classés conformément à la CEI 60034-1 ou à la CEI 60079-0. Ces moteurs sont classés pour fonctionner avec une tension d'alimentation sinusoïdale, et:

- ont une puissance assignée P_N de 0,12 kW à 1 000 kW;
- ont une tension assignée U_N de 50 V jusqu'à 1 kV;
- ont 2, 4, 6 ou 8 pôles,
- peuvent fonctionner en continu à leur puissance assignée avec un échauffement ne dépassant pas la classe de température d'isolation spécifiée;

NOTE 1 La plupart des moteurs couverts par la présente norme sont classés pour un type de régime S1 (régime continu). Toutefois, certains moteurs classés pour d'autres cycles de service peuvent encore fonctionner en continu à leur puissance assignée et ces moteurs sont également couverts.

- sont marqués pour toute température ambiante dans la gamme de -20 °C à $+60\text{ °C}$;

NOTE 2 Le rendement assigné et les classes de rendement sont basés sur une température ambiante de 25 °C , conformément à la CEI 60034-2-1.

NOTE 3 On considère que les moteurs classés pour des températures extérieures à la gamme de -20 °C à $+60\text{ °C}$ sont d'une construction particulière et ils sont en conséquence exclus de la présente norme.

NOTE 4 Les moteurs pour extraction de fumée d'une classe de température allant jusqu'à 400 °C inclus sont couverts par la présente norme.

- sont marqués pour une altitude allant jusqu'à 4 000 m au-dessus du niveau de la mer.

NOTE 5 Le rendement assigné et la classe de rendement sont basés sur des altitudes allant jusqu'à 1 000 m au-dessus du niveau de la mer.

La présente norme définit un ensemble de valeurs limites de rendement en se basant sur la fréquence, le nombre de pôles et la puissance du moteur. Aucune distinction n'est établie entre les technologies de moteur, la tension d'alimentation ou les moteurs ayant une isolation renforcée, conçus en particulier pour le fonctionnement des convertisseurs, même si ces technologies de moteur peuvent ne pas être toutes en mesure d'atteindre les classes de rendement supérieures (voir le Tableau 1). Ceci permet de comparer entièrement des technologies de moteur différentes en fonction de leur potentiel de rendement énergétique.

NOTE 6 Il convient que les législateurs prennent en considération les contraintes mentionnées ci-dessus lors de l'assignation des normes nationales de rendement énergétique minimum (MEPS) en fonction de n'importe quel type particulier de moteur.

Le rendement des systèmes d'entraînement mécanique n'est pas couvert par la présente norme. En particulier, les pertes dans les moteurs dues à la teneur en harmoniques de la tension d'alimentation, les pertes dans les câbles, les filtres et les convertisseurs de fréquence, ne sont pas couvertes.

Les moteurs avec brides, à pattes et/ou avec arbres ayant des dimensions mécaniques différentes de celles fixées par la CEI 60072-1 sont couverts par la présente norme.

Les moteurs avec réducteur sont couverts par la présente norme, ce qui inclut les moteurs comportant des arbres et des brides non normalisés.

Sont exclus:

- Les moteurs mono vitesse avec 10 pôles ou plus ou les moteurs multi vitesse.
- Les moteurs avec commutateurs mécaniques (tels que les moteurs à courant continu).
- Les moteurs complètement intégrés dans une machine (par exemple pompe, ventilateur, compresseur) qui ne peuvent pas faire l'objet d'essais séparément de la machine, même en prévoyant un blindage d'extrémité temporaire et un palier d'extrémité d'entraînement. Ceci signifie que le moteur: a) doit partager des composants communs (hormis les connecteurs tels que les boulons) avec l'unité entraînée (par exemple, un arbre ou un carter; et b) ne doit pas être conçu de telle manière à permettre la séparation du moteur de l'unité entraînée comme un moteur complet qui peut fonctionner indépendamment de l'unité entraînée. C'est-à-dire que pour qu'un moteur soit exclu de la présente norme, le processus de séparation doit rendre le moteur inopérant.

(TEAO, IC418) Les machines entièrement fermées et autoventilées, c'est-à-dire les machines refroidies par une surface de carcasse entièrement fermée prévue pour un refroidissement extérieur par un moyen de ventilation externe à la machine, sont couvertes par la présente norme. L'essai de rendement de ces moteurs peut être effectué en retirant la ventilation et le refroidissement assuré par une soufflerie externe avec un débit d'air similaire à celui de la ventilation d'origine.

- Les moteurs avec convertisseurs de fréquence intégrés (entraînements compacts) lorsque le moteur ne peut pas être soumis à l'essai séparément du convertisseur; la classification par rendement énergétique des entraînements compacts doit se baser sur le produit complet (PDS: Power Drive System (Système d'entraînement mécanique)) et ils sont définis dans une norme distincte.

NOTE 7 Un moteur n'est pas exclu lorsque le moteur et le convertisseur de fréquence peuvent être séparés et que le moteur peut être soumis à l'essai indépendamment du convertisseur.

- Les moteurs frein, lorsque le frein fait partie intégrante de la construction interne du moteur et ne peut être ni enlevé, ni alimenté par une source d'énergie séparée pendant l'essai du rendement du moteur.

NOTE 8 Les moteurs frein avec une bobine de frein intégrée dans la bride du moteur sont couverts dans la mesure où il est possible d'effectuer l'essai de rendement du moteur sans les pertes du frein (par exemple, en démontant le frein ou en excitant la bobine de frein à partir d'une source d'alimentation séparée).

Lorsque le constructeur propose un moteur de même conception avec ou sans frein, l'essai de rendement du moteur peut être effectué sur un moteur sans frein. On peut alors utiliser le rendement déterminé à la fois pour classer le moteur et le moteur frein.

- Les moteurs submersibles spécialement conçus pour fonctionner entièrement plongés dans un liquide.
- Les moteurs pour extraction de fumée d'une classe de température supérieure à 400 °C.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60034-2-1, *Machines électriques tournantes – Partie 2-1: Méthodes normalisées pour la détermination des pertes et du rendement à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)*

CEI/TS 60034-2-3, *Machines électriques tournantes – Partie 2-3: Méthodes d'essai spécifiques pour la détermination des pertes et du rendement des moteurs à induction en courant alternatif alimentés par convertisseur*

CEI 60034-6, *Machines électriques tournantes – Partie 6: Modes de refroidissement (Code IC)*

IEC/TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply* (disponible en anglais seulement)

CEI 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60034-1 ainsi que les suivants s'appliquent:

3.1.1

moteur mono vitesse

moteur prévu pour être alimenté par le réseau à 50 Hz et/ou 60 Hz

Note 1 à l'article: Les moteurs mono vitesse peuvent fonctionner en convertisseur de fréquence à vitesse variable.

3.1.2

moteur multi vitesse

moteur prévu pour être alimenté par le réseau à 50 Hz et/ou 60 Hz, comportant plusieurs enroulements ou un enroulement commutable pour fournir deux pôles ou un nombre de pôles différents avec des vitesses synchrones différentes

3.1.3

moteur à vitesse variable

moteur prévu pour une certaine gamme de vitesse et alimenté par une tension d'amplitude et de fréquence variables

3.1.4

moteur frein

moteur équipé d'un frein électromécanique opérant directement sur l'arbre du moteur sans accouplement

3.1.5

moteur avec réducteur

moteur équipé d'une boîte à engrenage intégrée sans accouplement (c'est-à-dire que la première roue d'engrenage est fixée sur l'arbre du moteur)

3.1.6

moteur pompe

moteur directement assemblé à une pompe sans accouplement (c'est-à-dire que la turbine est fixée sur l'arbre du moteur)

3.1.7

rendement moyen

valeur moyenne du rendement pour une population de moteurs de même conception et mêmes valeurs assignées

3.1.8

rendement nominal

valeur de rendement exigée pour être conforme à une certaine classe de rendement, selon les tableaux de rendement de la présente norme

3.1.9

rendement assigné

valeur de rendement assignée par le constructeur, supérieure ou égale à la valeur nominale du rendement

3.2 Symboles

η_n est le rendement nominal, en %

η_N est le rendement assigné, en %

f_N est la fréquence assignée, en Hz

n_N est la vitesse assignée, en min^{-1}

P_N est la puissance assignée, en kW

T_N est le couple assigné, en Nm

U_N est la tension assignée, en V

4 Champ d'application

Le Tableau 1 donne des informations sur le démarrage en ligne et le potentiel de rendement énergétique de diverses technologies de moteur utilisées couramment.

Toutes les technologies de moteur ne sont pas en mesure d'atteindre toutes les classes de rendement et tous les moteurs pour toutes les classes de rendement ou dimensions ne peuvent pas être réalisés ou exploités d'une manière économiquement réalisable. Il est donc demandé aux législateurs de tenir compte des contraintes suivantes lors de l'assignation des normes de rendement énergétique minimum (MEPS: minimum energy efficiency performance standard).

Les moteurs indiqués par «Oui» dans le Tableau 1 sont considérés comme représentant l'état de la technologie actuelle et sont donc adaptés à être considérés dans les exigences obligatoires dans la réglementation.

Tableau 1 – Technologies de moteur et leur potentiel de rendement énergétique

Type de moteur		IE1	IE2	IE3	IE4	IE5
Moteurs à induction triphasés à cage (ASM)	Enroulements à fils jetés (toutes les enveloppes et toutes les assignations)	Oui	Oui	Oui	Difficile	Non
	Enroulements préformés; IP2x (moteurs ouverts)	Oui	Oui	Difficile	Non	Non
	Enroulements préformés; IP4x et au-dessus	Oui	Oui	Oui	Difficile	Non
Moteurs à induction triphasés à rotor enroulé		Oui	Oui	Oui	Difficile	Non
Moteurs à induction monophasés	Condensateur de démarrage	Difficile	Non	Non	Non	Non
	Condensateur de fonctionnement	Oui	Difficile	Non	Non	Non
	Condensateur de démarrage/fonctionnement	Oui	Difficile	Non	Non	Non
	Phase séparée	Difficile	Non	Non	Non	Non
Moteurs synchrones	Aimant permanent de démarrage en ligne (LSPM ^a)	Oui	Oui	Oui	Difficile	Non
<p>^a Les moteurs à aimant permanent de démarrage en ligne présentent des limitations de possibilité de démarrage en ligne vis-à-vis du couple et de l'inertie interne et ils peuvent ne pas convenir à tous les types d'applications.</p> <p>NOTE 1 En ce qui concerne les niveaux IE, «Oui» signifie que la classe de rendement peut être obtenue avec la technologie actuelle (bien que dans certains cas cela puisse ne pas être économique); «Non» signifie que la classe de rendement ne peut généralement pas être obtenue avec la technologie actuelle; «Difficile» signifie que le niveau de rendement énergétique peut être obtenu avec la technologie actuelle pour certaines puissances assignées mais pas toutes, et que les dimensions de carcasse normalisées peuvent être dépassées. "Démarrage en ligne" signifie la possibilité pour le moteur de démarrer directement en ligne (Conception N de la CEI 60034-12 pour les moteurs à induction triphasés à cage mono vitesse), sans nécessiter un convertisseur de fréquence.</p> <p>NOTE 2 Il peut être difficile de mettre au point des moteurs pour les classes de rendement IE3 et au-dessus avec les normes locales de puissance/dimensions de carcasse (telles que la NBR 17094 ou l'EN 50347).</p> <p>NOTE 3 Il est prévu que les moteurs de classe de rendement IE5 soient couverts dans la Partie 2 de la présente norme.</p> <p>NOTE 4 Le potentiel de rendement énergétique des technologies de moteur concernant la classification IE5 sera révisé une fois la classification IE5 définie.</p>						

Les moteurs couverts par la présente norme peuvent être utilisés pour des applications à vitesse variable (voir la CEI/TS 60034-25). Dans de telles applications, le rendement réel du moteur est inférieur au rendement assigné en raison de l'augmentation des pertes dues à la teneur en tensions harmoniques d'alimentation. Pour l'essai de rendement, voir la CEI/TS 60034-2-3.

La classification des moteurs en rendement énergétique de la présente norme est associée uniquement aux pertes de l'alimentation sinusoïdale.

Les moteurs suivants peuvent ne pas être en mesure d'atteindre les spécifications des classes de rendement supérieures (IE3 et au-dessus):

- Moteurs avec méthodes de refroidissement autres que IC0Ax, IC1Ax, IC2Ax, IC3Ax ou IC4Ax (voir la CEI 60034-6);

- Moteurs conçus afin de respecter un encombrement limité (conception de puissance de sortie élevée, c'est-à-dire dimensions de carcasse plus petites que les dimensions habituelles des normes nationales);
- Moteurs spécialement conçus pour être exploités dans des zones d'atmosphère explosive conformément à la CEI 60079-0 (en raison des exigences de sécurité et de contraintes de conception possibles au niveau des moteurs antidéflagrants, par exemple à entrefer augmenté, appel de courant au démarrage réduit, renforcement des joints);
- Moteurs conçus pour satisfaire aux exigences spécifiques de la machine entraînée, au-delà des exigences de la série de normes CEI 60034 (tels que les moteurs pour démarrage avec des contraintes exceptionnelles, caractéristiques spéciales de rigidité du couple et/ou du couple de rupture, grand nombre de cycles de démarrage et arrêt, très faible inertie du rotor);
- Moteurs conçus pour satisfaire à des caractéristiques spéciales du réseau électrique au-delà des exigences de la série de normes CEI 60034 (tels que les moteurs avec limitation du courant de démarrage, tolérances de tension et/ou de fréquence accrues);
- Moteurs avec refroidissement liquide compte tenu de leur densité de puissance supérieure par rapport aux moteurs refroidis par air ayant des dimensions de carcasse identiques;
- Moteurs pour extraction de fumée d'une classe de température supérieure à 300 °C.

5 Rendement

5.1 Détermination

5.1.1 Généralités

La présente norme traite des moteurs mono vitesse alimentés par le réseau. Les moteurs alimentés par des convertisseurs de fréquence peuvent avoir des pertes supérieures par rapport à une alimentation par le réseau (sinusoïdal) en raison de la teneur en tensions harmoniques (pour les détails, voir la CEI/TS 60034-25). Ils sont traités dans la partie deux de cette série de normes.

Pour que les classes de rendement soient comparables entre des technologies de moteur différentes, tous les essais selon la présente norme doivent être effectués sur une tension sinusoïdale.

Le rendement et les pertes doivent faire l'objet d'un essai conformément à la méthode préférentielle du type de moteur individuel, comme indiqué dans la CEI 60034-2-1.

5.1.2 Tensions assignées, fréquences assignées et puissances assignées

Le rendement assigné doit être déterminé à la puissance assignée P_N , à la tension assignée U_N et à la fréquence assignée f_N .

Les moteurs assignés pour une tolérance de tension étendue (par exemple, 400 V \pm 10 % conformément à la CEI 60038) ne doivent avoir qu'un seul rendement assigné, c'est-à-dire que l'on ne doit pas tenir compte de la tolérance étendue.

Les moteurs avec des associations tension/fréquence de même flux magnétique et même puissance, par exemple 230 V/400 V (triangle/étoile) ou 230 V/460 V (double étoile/étoile), doivent avoir un seul rendement assigné et une seule classe de rendement (code IE).

Il convient que les moteurs avec plusieurs combinaisons tension/fréquence/puissance assignées soient assignés pour un rendement assigné et une classe de rendement assigné (code IE) correspondant à chacune des combinaisons tension / fréquence / puissance assignées.

Cependant, la valeur de rendement la plus faible et la classe de code IE associée (de toutes les combinaisons tension/fréquence/puissance assignées) doivent toujours être indiquées sur la plaque signalétique.

Toutes les valeurs de rendement et les codes IE doivent être indiqués dans la documentation des produits (catalogues ou instructions d'utilisation).

NOTE Par exemple, au Japon l'association assignée «200 V/50 Hz – 200 V/60 Hz – 220 V/60 Hz» est couramment utilisée pour les moteurs mono vitesse et en Europe, l'association assignée «380 V/50 Hz – 400 V/50 Hz – 415 V/50 Hz – 460 V/60 Hz» est parfois utilisée. Pour ces exemples, il y a trois ou quatre assignations de rendement et il peut y avoir plusieurs codes IE différents.

5.1.3 Équipements auxiliaires

Certains moteurs électriques couverts par la présente norme peuvent être équipés d'équipements auxiliaires tels que des dispositifs d'étanchéité d'arbre, des ventilateurs extérieurs, des freins mécaniques, des antidériveurs, ainsi que des paliers unidirectionnels, des capteurs de vitesse, des génératrices tachymétriques, en différentes associations.

Cependant, tant que ces équipements auxiliaires ne font pas partie intégrante de la conception de base du moteur, la détermination du rendement de toutes ces associations possibles n'est pas réalisable. Les essais de rendement de ces moteurs normalisés modifiés doivent être réalisés sur les moteurs de base avec refroidissement d'origine, sans installation des équipements auxiliaires.

Les pertes d'un ventilateur entraîné séparément sont à inclure dans le mode opératoire de détermination du rendement lorsque le ventilateur extérieur fait partie intégrante de la construction de base du moteur. Lorsque le ventilateur extérieur n'est qu'un accessoire facultatif sur un moteur fabriqué en grande quantité, qui comporte normalement un ventilateur monté sur l'arbre, les pertes du moteur de base (avec le ventilateur monté sur l'arbre) peuvent être utilisées.

Les paliers à contact angulaire (paliers de butée) pour les moteurs à montage vertical peuvent être remplacés par des paliers normaux pendant les essais de rendement. Ces moteurs peuvent être soumis à l'essai horizontalement.

Certains types de moteurs (tels que les moteurs avec réducteur, les moteurs pompe et autres) sont munis de dispositifs d'étanchéité d'arbre pour empêcher la pénétration d'huile ou d'eau dans le moteur. Pour l'essai de rendement, les dispositifs d'étanchéité externes doivent être enlevés. Ceci ne s'applique qu'aux dispositifs d'étanchéité qui sont accessibles de l'extérieur, sans démonter le moteur (le démontage du capot du ventilateur et du ventilateur est accepté).

Les freins électromécaniques doivent être enlevés pendant l'essai de rendement du moteur. Lorsque la construction du moteur interdit le retrait du frein, la bobine de frein doit être excitée par une source d'alimentation séparée et la consommation d'énergie de la bobine de frein doit être ignorée dans le calcul du rendement du moteur.

5.2 Assignations

Le rendement déclaré par le constructeur sur la plaque signalétique (rendement assigné) doit être supérieur ou égal au rendement nominal défini dans la présente norme (selon la classe de rendement (code IE) figurant sur la plaque signalétique).

Le rendement à pleine charge de tout moteur lorsqu'il est soumis à essai à la tension assignée et à la fréquence assignée ne doit pas être inférieur au rendement assigné/classification diminué de la tolérance des pertes totales conformément à la CEI 60034-1.

Il est recommandé d'indiquer les rendements à 50 %, 75 % et à pleine charge dans la documentation du produit. Pour les besoins de la présente norme, seul le rendement à la puissance assignée s'applique.

Les variations dans les matériaux, les processus de fabrication et les essais entraînent des variations du rendement d'un moteur à l'autre, pour une conception de moteur donnée; le rendement à pleine charge pour une large population de moteurs d'une même conception n'est pas une valeur unique mais en revanche une plage de rendements. En conséquence, les limites de rendement énergétique données dans la présente norme sont nominales.

5.3 Classification et marquage

5.3.1 Généralités

La désignation de la classe de rendement énergétique est constituée des lettres «IE» (abréviation de «International Energy efficiency class»: classe internationale de rendement énergétique), directement suivies par un nombre représentant la classification selon le Tableau 2.

5.3.2 Classification du rendement

Tableau 2 – Classification IE du rendement

Désignation	Définition
IE1	Moteurs avec un rendement à pleine charge assigné supérieur ou égal aux limites énumérées en 5.4.1.
IE2	Moteurs avec un rendement à pleine charge assigné supérieur ou égal aux limites énumérées en 5.4.2.
IE3	Moteurs avec un rendement à pleine charge assigné supérieur ou égal aux limites énumérées en 5.4.3.
IE4	Moteurs avec un rendement à pleine charge assigné supérieur ou égal aux limites énumérées en 5.4.4.
IE5	Envisagée dans le cadre d'une future édition de la présente norme. Voir Annexe A.

5.3.3 Moteurs de rendement inférieur à IE1

Certains moteurs ont des rendements assignés inférieurs aux limites données dans les Tableaux 3 et 4. Aucun marquage ne doit être exigé pour ces moteurs.

5.3.4 Marquage

Le rendement assigné et le code IE doivent être marqués durablement sur la plaque signalétique, par exemple «IE2 – 84,0 %».

5.4 Limites nominales pour les classes de rendement IE1, IE2, IE3 et IE4

NOTE Les zones ombrées dans les tableaux indiquent les changements par rapport à l'édition précédente de la présente norme.

5.4.1 Limites de rendement nominal pour IE1

Tableau 3 – Limites de rendement nominal (%) pour IE1, 50 Hz

P_N kW	Nombre de pôles/vitesse synchrone min ⁻¹			
	2/3000	4/1500	6/1000	8/750
0,12	45,0	50,0	38,3	31,0
0,18	52,8	57,0	45,5	38,0
0,20	54,6	58,5	47,6	39,7
0,25	58,2	61,5	52,1	43,4
0,37	63,9	66,0	59,7	49,7
0,40	64,9	66,8	61,1	50,9
0,55	69,0	70,0	65,8	56,1
0,75	72,1	72,1	70,0	61,2
1,1	75,0	75,0	72,9	66,5
1,5	77,2	77,2	75,2	70,2
2,2	79,7	79,7	77,7	74,2
3	81,5	81,5	79,7	77,0
4	83,1	83,1	81,4	79,2
5,5	84,7	84,7	83,1	81,4
7,5	86,0	86,0	84,7	83,1
11	87,6	87,6	86,4	85,0
15	88,7	88,7	87,7	86,2
18,5	89,3	89,3	88,6	86,9
22	89,9	89,9	89,2	87,4
30	90,7	90,7	90,2	88,3
37	91,2	91,2	90,8	88,8
45	91,7	91,7	91,4	89,2
55	92,1	92,1	91,9	89,7
75	92,7	92,7	92,6	90,3
90	93,0	93,0	92,9	90,7
110	93,3	93,3	93,3	91,1
132	93,5	93,5	93,5	91,5
160	93,8	93,8	93,8	91,9
200	94,0	94,0	94,0	92,5
250	94,0	94,0	94,0	92,5
315	94,0	94,0	94,0	92,5
355	94,0	94,0	94,0	92,5
400	94,0	94,0	94,0	92,5
450	94,0	94,0	94,0	92,5
500 jusqu'à 1 000	94,0	94,0	94,0	92,5

Tableau 4 – Limites de rendement nominal (%) pour IE1, 60 Hz

P_N kW	Nombre de pôles/vitesse synchrone min ⁻¹			
	2/3600	4/1800	6/1200	8/900
0,12	57,5	62,0	48,0	36,0
0,18	62,0	66,0	52,5	40,0
0,25	64,0	68,0	57,5	50,5
0,37	70,0	70,0	62,0	57,5
0,55	72,0	74,0	66,0	59,5
0,75	74,0	77,0	72,0	64,0
1,1	78,5	79,0	75,0	73,5
1,5	81,0	81,5	77,0	77,0
2,2	81,5	83,0	78,5	78,0
3,7	84,5	85,0	83,5	80,0
5,5	86,0	87,0	85,0	84,0
7,5	87,5	87,5	86,0	85,0
11	87,5	88,5	89,0	87,5
15	88,5	89,5	89,5	88,5
18,5	89,5	90,5	90,2	88,5
22	89,5	91,0	91,0	90,2
30	90,2	91,7	91,7	90,2
37	91,5	92,4	91,7	91,0
45	91,7	93,0	91,7	91,0
55	92,4	93,0	92,1	91,5
75	93,0	93,2	93,0	92,0
90	93,0	93,2	93,0	92,5
110	93,0	93,5	94,1	92,5
150 jusqu'à 1 000	94,1	94,5	94,1	92,5

5.4.2 Limites de rendement nominal pour IE2 (voir Tableaux 5 et 6)

Tableau 5 – Limites de rendement nominal (%) pour IE2, 50 Hz

P_N kW	Nombre de pôles/vitesse synchrone min ⁻¹			
	2/3000	4/1500	6/1000	8/750
0,12	53,6	59,1	50,6	39,8
0,18	60,4	64,7	56,6	45,9
0,20	61,9	65,9	58,2	47,4
0,25	64,8	68,5	61,6	50,6
0,37	69,5	72,7	67,6	56,1
0,40	70,4	73,5	68,8	57,2
0,55	74,1	77,1	73,1	61,7
0,75	77,4	79,6	75,9	66,2
1,1	79,6	81,4	78,1	70,8
1,5	81,3	82,8	79,8	74,1
2,2	83,2	84,3	81,8	77,6
3	84,6	85,5	83,3	80,0
4	85,8	86,6	84,6	81,9
5,5	87,0	87,7	86,0	83,8
7,5	88,1	88,7	87,2	85,3
11	89,4	89,8	88,7	86,9
15	90,3	90,6	89,7	88,0
18,5	90,9	91,2	90,4	88,6
22	91,3	91,6	90,9	89,1
30	92,0	92,3	91,7	89,8
37	92,5	92,7	92,2	90,3
45	92,9	93,1	92,7	90,7
55	93,2	93,5	93,1	91,0
75	93,8	94,0	93,7	91,6
90	94,1	94,2	94,0	91,9
110	94,3	94,5	94,3	92,3
132	94,6	94,7	94,6	92,6
160	94,8	94,9	94,8	93,0
200 jusqu'à 1 000	95,0	95,1	95,0	93,5

Tableau 6 – Limites de rendement nominal (%) pour IE2, 60 Hz

P_N kW	Nombre de pôles/vitesse synchrone min ⁻¹			
	2/3600	4/1800	6/1200	8/900
0,12	59,5	64,0	50,5	40,0
0,18	64,0	68,0	55,0	46,0
0,25	68,0	70,0	59,5	52,0
0,37	72,0	72,0	64,0	58,0
0,55	74,0	75,5	68,0	62,0
0,75	75,5	78,0	73,0	66,0
1,1	82,5	84,0	85,5	75,5
1,5	84,0	84,0	86,5	82,5
2,2	85,5	87,5	87,5	84,0
3,7	87,5	87,5	87,5	85,5
5,5	88,5	89,5	89,5	85,5
7,5	89,5	89,5	89,5	88,5
11	90,2	91,0	90,2	88,5
15	90,2	91,0	90,2	89,5
18,5	91,0	92,4	91,7	89,5
22	91,0	92,4	91,7	91,0
30	91,7	93,0	93,0	91,0
37	92,4	93,0	93,0	91,7
45	93,0	93,6	93,6	91,7
55	93,0	94,1	93,6	93,0
75	93,6	94,5	94,1	93,0
90	94,5	94,5	94,1	93,6
110	94,5	95,0	95,0	93,6
150	95,0	95,0	95,0	93,6
185	95,4	95,0	95,0	93,6
220 jusqu'à 335	95,4	95,4	95,0	93,6
375 jusqu'à 1 000	95,4	95,8	95,0	94,1

5.4.3 Limites de rendement nominal pour IE3 (voir Tableaux 7 et 8)

Tableau 7 – Limites de rendement nominal (%) pour IE3, 50 Hz

P_N kW	Nombre de pôles/vitesse synchrone min^{-1}			
	2/3000	4/1500	6/1000	8/750
0,12	60,8	64,8	57,7	50,7
0,18	65,9	69,9	63,9	58,7
0,20	67,2	71,1	65,4	60,6
0,25	69,7	73,5	68,6	64,1
0,37	73,8	77,3	73,5	69,3
0,40	74,6	78,0	74,4	70,1
0,55	77,8	80,8	77,2	73,0
0,75	80,7	82,5	78,9	75,0
1,1	82,7	84,1	81,0	77,7
1,5	84,2	85,3	82,5	79,7
2,2	85,9	86,7	84,3	81,9
3	87,1	87,7	85,6	83,5
4	88,1	88,6	86,8	84,8
5,5	89,2	89,6	88,0	86,2
7,5	90,1	90,4	89,1	87,3
11	91,2	91,4	90,3	88,6
15	91,9	92,1	91,2	89,6
18,5	92,4	92,6	91,7	90,1
22	92,7	93,0	92,2	90,6
30	93,3	93,6	92,9	91,3
37	93,7	93,9	93,3	91,8
45	94,0	94,2	93,7	92,2
55	94,3	94,6	94,1	92,5
75	94,7	95,0	94,6	93,1
90	95,0	95,2	94,9	93,4
110	95,2	95,4	95,1	93,7
132	95,4	95,6	95,4	94,0
160	95,6	95,8	95,6	94,3
200 jusqu'à 1 000	95,8	96,0	95,8	94,6

Tableau 8 – Limites de rendement nominal (%) pour IE3, 60 Hz

P_N kW	Nombre de pôles/vitesse synchrone min ⁻¹			
	2/3600	4/1800	6/1200	8/900
0,12	62,0	66,0	64,0	59,5
0,18	65,6	69,5	67,5	64,0
0,25	69,5	73,4	71,4	68,0
0,37	73,4	78,2	75,3	72,0
0,55	76,8	81,1	81,7	74,0
0,75	77,0	83,5	82,5	75,5
1,1	84,0	86,5	87,5	78,5
1,5	85,5	86,5	88,5	84,0
2,2	86,5	89,5	89,5	85,5
3,7	88,5	89,5	89,5	86,5
5,5	89,5	91,7	91,0	86,5
7,5	90,2	91,7	91,0	89,5
11	91,0	92,4	91,7	89,5
15	91,0	93,0	91,7	90,2
18,5	91,7	93,6	93,0	90,2
22	91,7	93,6	93,0	91,7
30	92,4	94,1	94,1	91,7
37	93,0	94,5	94,1	92,4
45	93,6	95,0	94,5	92,4
55	93,6	95,4	94,5	93,6
75	94,1	95,4	95,0	93,6
90	95,0	95,4	95,0	94,1
110	95,0	95,8	95,8	94,1
150	95,4	96,2	95,8	94,5
185 jusqu'à 1 000	95,8	96,2	95,8	95,0

5.4.4 Limites de rendement nominal pour IE4 (voir Tableaux 9 et 10)

Tableau 9 – Limites de rendement nominal (%) pour IE4, 50 Hz

P_N kW	Nombre de pôles/vitesse synchrone min ⁻¹			
	2/3000	4/1500	6/1000	8/750
0,12	66,5	69,8	64,9	62,3
0,18	70,8	74,7	70,1	67,2
0,20	71,9	75,8	71,4	68,4
0,25	74,3	77,9	74,1	70,8
0,37	78,1	81,1	78,0	74,3
0,40	78,9	81,7	78,7	74,9
0,55	81,5	83,9	80,9	77,0
0,75	83,5	85,7	82,7	78,4
1,1	85,2	87,2	84,5	80,8
1,5	86,5	88,2	85,9	82,6
2,2	88,0	89,5	87,4	84,5
3	89,1	90,4	88,6	85,9
4	90,0	91,1	89,5	87,1
5,5	90,9	91,9	90,5	88,3
7,5	91,7	92,6	91,3	89,3
11	92,6	93,3	92,3	90,4
15	93,3	93,9	92,9	91,2
18,5	93,7	94,2	93,4	91,7
22	94,0	94,5	93,7	92,1
30	94,5	94,9	94,2	92,7
37	94,8	95,2	94,5	93,1
45	95,0	95,4	94,8	93,4
55	95,3	95,7	95,1	93,7
75	95,6	96,0	95,4	94,2
90	95,8	96,1	95,6	94,4
110	96,0	96,3	95,8	94,7
132	96,2	96,4	96,0	94,9
160	96,3	96,6	96,2	95,1
200	96,5	96,7	96,3	95,4
250	96,5	96,7	96,5	95,4
315 jusqu'à 1 000	96,5	96,7	96,6	95,4

NOTE Les Tableaux 9 et 10 annulent et remplacent l'Annexe A de la CEI 60034-31:2010.

Tableau 10 – Limites de rendement nominal (%) pour IE4, 60 Hz

P_N kW	Nombre de pôles/vitesse synchrone min ⁻¹			
	2/3600	4/1800	6/1200	8/900
0,12	66,0	70,0	68,0	64,0
0,18	70,0	74,0	72,0	68,0
0,25	74,0	77,0	75,5	72,0
0,37	77,0	81,5	78,5	75,5
0,55	80,0	84,0	82,5	77,0
0,75	82,5	85,5	84,0	78,5
1,1	85,5	87,5	88,5	81,5
1,5	86,5	88,5	89,5	85,5
2,2	88,5	91,0	90,2	87,5
3,7	89,5	91,0	90,2	88,5
5,5	90,2	92,4	91,7	88,5
7,5	91,7	92,4	92,4	91,0
11	92,4	93,6	93,0	91,0
15	92,4	94,1	93,0	91,7
18,5	93,0	94,5	94,1	91,7
22	93,0	94,5	94,1	93,0
30	93,6	95,0	95,0	93,0
37	94,1	95,4	95,0	93,6
45	94,5	95,4	95,4	93,6
55	94,5	95,8	95,4	94,5
75	95,0	96,2	95,8	94,5
90	95,4	96,2	95,8	95,0
110	95,4	96,2	96,2	95,0
150	95,8	96,5	96,2	95,4
185	96,2	96,5	96,2	95,4
220	96,2	96,8	96,5	95,4
250 jusqu'à 1 000	96,2	96,8	96,5	95,8

NOTE Les Tableaux 9 et 10 annulent et remplacent l'Annexe A de la CEI 60034-31:2010.

5.4.5 Interpolation des limites de rendement nominal des puissances assignées intermédiaires pour une fréquence du réseau électrique de 50 Hz

Pour déterminer les limites normatives de rendement nominal des moteurs à 50 Hz avec des puissances assignées qui ne sont pas indiquées dans les tableaux ci-dessus dans la gamme de 0,12 kW jusqu'à 200 kW, on doit appliquer la formule suivante:

$$\eta_N = A \cdot \left[\log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) \right]^3 + B \cdot \left[\log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) \right]^2 + C \cdot \log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) + D$$

où A, B, C, D sont les coefficients d'interpolation (voir Tableaux 11 et 12); P_N est donnée en kW.

NOTE La formule et les coefficients d'interpolation ont été déterminés mathématiquement pour obtenir la courbe la plus proche pour les limites de rendement nominal souhaitées. Ils n'ont pas de signification physique.

Le rendement résultant (%) doit être arrondi à la première décimale la plus proche, c'est-à-dire xx,x %.

Tableau 11 – Coefficients d'interpolation pour 0,12 kW jusqu'à 0,74 kW

Code IE	Coefficients	8 pôles	6 pôles	4 pôles	2 pôles
		750 /min	1 000 /min	1 500 /min	3 000 /min
IE1	A	5,9466	-45,9652	16,7271	11,924
	B	7,9458	-87,1474	12,7136	6,3699
	C	40,441	-8,2383	25,947	30,0509
	D	66,146	68,7303	76,174	76,6136
IE2	A	6,4855	-15,9218	17,2751	22,4864
	B	9,4748	-30,258	23,978	27,7603
	C	36,852	16,6861	35,5822	37,8091
	D	70,762	79,1838	84,9935	82,458
IE3	A	-0,5896	-17,361	7,6356	6,8532
	B	-25,526	-44,538	4,8236	6,2006
	C	4,2884	-3,0554	21,0903	25,1317
	D	75,831	79,1318	86,0998	84,0392
IE4	A	-4,9735	-13,0355	8,432	-8,8538
	B	-21,453	-36,9497	2,6888	-20,3352
	C	2,6653	-4,3621	14,6236	8,9002
	D	79,055	82,0009	87,6153	85,0641

Tableau 12 – Coefficients d'interpolation pour 0,75 kW jusqu'à 200 kW

Code IE	Coefficients	8 pôles	6 pôles	4 pôles	2 pôles
		750 /min	1 000 /min	1 500 /min	3 000 /min
IE1	A	2,4433	0,0786	0,5234	0,5234
	B	-13,8	-3,5838	-5,0499	-5,0499
	C	30,656	17,2918	17,4180	17,4180
	D	65,238	72,2383	74,3171	74,3171
IE2	A	2,1311	0,0148	0,0278	0,2972
	B	-12,029	-2,4978	-1,9247	-3,3454
	C	26,719	13,2470	10,4395	13,0651
	D	69,735	77,5603	80,9761	79,077
IE3	A	0,7189	0,1252	0,0773	0,3569
	B	-5,1678	-2,613	-1,8951	-3,3076
	C	15,705	11,9963	9,2984	11,6108
	D	77,074	80,4769	83,7025	82,2503
IE4	A	0,6556	0,3598	0,2412	0,34
	B	-4,7229	-3,2107	-2,3608	-3,0479
	C	13,977	10,7933	8,446	10,293
	D	80,247	84,107	86,8321	84,8208

5.4.6 Interpolation des limites de rendement nominal des puissances assignées intermédiaires pour une fréquence du réseau électrique de 60 Hz

Les limites nominales normatives sont données dans les Tableaux 4, 6, 8 et 10. Les limites nominales normatives à 60 Hz des moteurs ayant des puissances assignées non définies dans les tableaux doivent être déterminées comme ci-dessous:

- Le rendement à une puissance assignée qui correspond au point central et au-dessus, entre deux valeurs de puissance consécutives des tableaux, doit être le plus grand des deux rendements.
- Le rendement à une puissance assignée au-dessous du point central entre deux valeurs de puissance consécutives des tableaux doit être le plus petit des deux rendements.

Annexe A (informative)

Limites nominales pour la classe de rendement IE5

Il est envisagé d'incorporer les niveaux de la classe de rendement IE5 dans la prochaine édition de la présente norme et/ou dans la deuxième partie de cette série de normes. L'objectif de la classe IE5 est de réduire les pertes d'environ 20 % comparées à celles de la classe IE4. Les technologies de moteur pour IE5 ne sont pas encore bien au point et ne sont pas disponibles dans le commerce.

Les optimisations ultérieures du rendement énergétique devront se concentrer sur l'amélioration du rendement du système dans l'ensemble du cycle de charge de fonctionnement, incluant toutes les pertes du système (convertisseur, filtre, câbles, moteur, etc.), voir l'EN 52800.

Bibliographie

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

CEI 60034-12, *Machines électriques tournantes – Partie 12: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse*

CEI/TS 60034-31:2010, *Machines électriques tournantes – Partie 31: Choix des moteurs écoénergétiques incluant les applications à vitesse variable – Guide d'application*

CEI 60072-1, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes – Partie 1: Désignation des carcasses entre 56 et 400 et des brides entre 55 et 1080*

ISO 3, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

EN 12101-3, *Systèmes pour le contrôle des fumées et de la chaleur – Partie 3: Spécifications pour les ventilateurs extracteurs de fumées et de chaleur*

EN 50347, *Moteurs à induction triphasés à usage de dimensions et puissances normales – Désignation des carcasses entre 56 et 315 et des brides entre 65 et 740*

EN 52800, *Energy efficiency for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications* (disponible en anglais seulement)

JIS C 4212 (Japanese Industrial Standard), *Low-voltage three-phase squirrel-cage high-efficiency induction motors*

NBR 17094-1, *Rotating electrical machines – Induction motors – Specification*

NEMA MG1, *Motors and Generators*

SANS 1804-1 (South African Standard), *Induction motors – Part 1: IEC requirements*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch