

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors
(IE-code)**

**Machines électriques tournantes –
Partie 30: Classes de rendement pour les moteurs à induction triphasés à cage,
mono vitesse (Code IE)**

© IEC 2008. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, or by any information storage or retrieval system, without permission in writing from IEC.

This document is a derivative standard of the International Electrotechnical Commission (IEC). It is published by the International Electrotechnical Commission (IEC) under the authority of the International Electrotechnical Commission (IEC).

This document is a derivative standard of the International Electrotechnical Commission (IEC). It is published by the International Electrotechnical Commission (IEC) under the authority of the International Electrotechnical Commission (IEC).

This document is a derivative standard of the International Electrotechnical Commission (IEC). It is published by the International Electrotechnical Commission (IEC) under the authority of the International Electrotechnical Commission (IEC).

This document is a derivative standard of the International Electrotechnical Commission (IEC). It is published by the International Electrotechnical Commission (IEC) under the authority of the International Electrotechnical Commission (IEC).

This document is a derivative standard of the International Electrotechnical Commission (IEC). It is published by the International Electrotechnical Commission (IEC) under the authority of the International Electrotechnical Commission (IEC).



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60034-30

Edition 1.0 2008-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors
(IE-code)**

**Machines électriques tournantes –
Partie 30: Classes de rendement pour les moteurs à induction triphasés à cage,
mono vitesse (Code IE)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 29.160

ISBN 2-8318-1013-0

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and symbols	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Symbols	8
4 Fields of application (informative).....	8
5 Efficiency	9
5.1 Determination.....	9
5.1.1 General	9
5.1.2 Rated voltages, rated frequencies and rated output.....	9
5.1.3 Auxiliary devices	10
5.2 Rating	10
5.3 Classification and marking.....	10
5.3.1 General	10
5.3.2 Efficiency classification.....	11
5.3.3 Motors below standard efficiency.....	11
5.3.4 Marking	11
5.4 Nominal efficiency limits	11
5.4.1 Interpolation	11
5.4.2 Nominal limits for Standard Efficiency (IE1)	12
5.4.3 Nominal limits for High Efficiency (IE2).....	14
5.4.4 Nominal limits for Premium Efficiency (IE3)	15
Bibliography.....	17
 Figure 1 – Allocation of the saving potential by installed motors in the industrial sector	 5
 Table 1 – IE-Efficiency classification.....	 11
Table 2 – Interpolation coefficients (informative).....	12
Table 3 – Nominal limits (%) for Standard Efficiency (IE1) 50 Hz	12
Table 4 – Nominal limits (%) for Standard Efficiency (IE1) 60 Hz	13
Table 5 – Nominal limits (%) for High Efficiency (IE2) 50 Hz	14
Table 6 – Nominal limits (%) for High Efficiency (IE2) 60 Hz	14
Table 7 – Nominal limits (%) for Premium Efficiency (IE3) 50 Hz.....	15
Table 8 – Nominal limits (%) for Premium Efficiency (IE3) 60 Hz.....	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

**Part 30: Efficiency classes of single-speed,
three-phase, cage-induction 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

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

FDIS	Report on voting
2/1518/FDIS	2/1521/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.

A list of all parts of IEC 60034 series, under the general title, *Rotating electrical machines*, can be found on the IEC website.

A table of cross-references of all IEC technical committee 2 publications can be found in the IEC technical committee 2 dashboard on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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

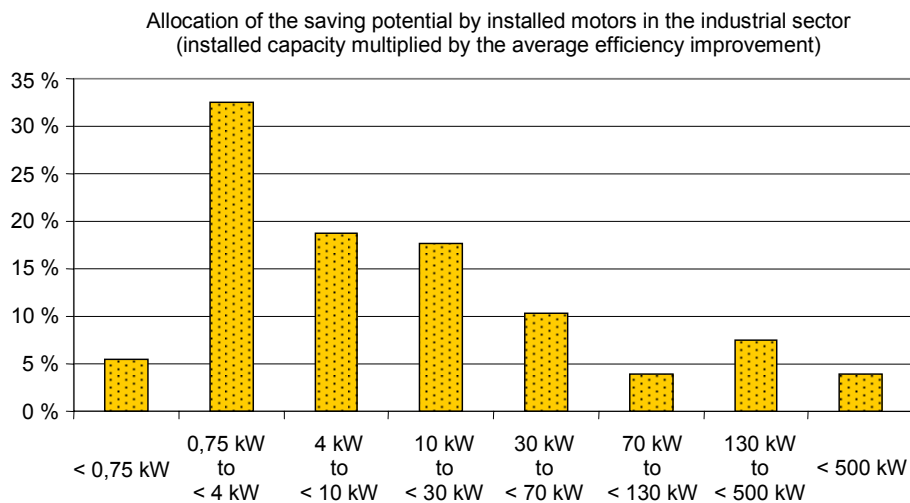
This International Standard provides for the global harmonization of energy-efficiency classes for electric motors.

Electric motor applications in industry consume between 30 % and 40 % of the generated electrical energy worldwide. Improving efficiency of the complete drive system (i.e. motor and adjustable-speed drives) including the application (or process) is therefore a major concern in energy-efficiency efforts. The total energy saving potential of an optimized system is assumed to be around 30 % to 60 %.

According to the findings of the IEA 7 July 2006 Motor Workshop, electric motors with improved efficiency in combination with frequency converters can save about 7 % of the total worldwide electrical energy. Roughly one quarter to one third of these savings come from the improved efficiency of the motor. The remaining part results from system improvements.

Many different energy efficiency standards for cage induction motors are already in use (NEMA, EPACT, CSA, CEMEP, COPANT, AS/NZS, JIS, GB and others) with new classes currently being developed. It becomes increasingly difficult for manufacturers to design motors for a global market and for customers to understand differences and similarities of standards in different countries.

Motors from 0,75 kW up to 375 kW make up the vast majority of installed motor population and are covered by this standard as shown in Figure 1.



Sources: 1. SAVE-Report "Improving the Penetration of Energy Efficient Motors and Drives" (1996)
2. CEMEP calculations

IEC 1823/08

Figure 1 – Allocation of the saving potential by installed motors in the industrial sector

In some countries smaller motors are included in energy efficiency regulations. Most of these motors are not three-phase, cage-induction machines. Also they typically do not run continuously so their energy saving potential is rather limited.

In some countries 8-pole motors are included in energy efficiency regulations. However, their market share is already very low (1 % or less). Due to increasing acceptance of variable-speed drives and the low cost associated with 4- and 6-pole standard motors it is expected that 8-pole motors will even further disappear from the general market in the future. Therefore, this standard does not include provisions for 8-pole motors.

For a given output power and frame size it is generally easier to reach a high motor efficiency when the motor is designed for and operated at 60 Hz mains supply frequency rather than at 50 Hz.

NOTE 1 As the utilization and size of motors are related to torque rather than power the theoretical output power increases linearly 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 for 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 in these motors. Therefore, at 60 Hz, the losses increase less than the 20 % output-power increase compared to 50 Hz and the efficiency improves.

In practice, both 60 Hz and 50 Hz output power designations should conform to standard power levels in accordance with IEC 60072-1 and local standards like EN 50347. Therefore, an increased rating of motor power by 20 % is not always possible. However, the general advantage of 60 Hz still applies if 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 output power range from 0,75 kW up to 375 kW is between 2,5 % to less than 0,5 % 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.

In this standard, the nominal 50 Hz limits of Standard (IE1) and High Efficiency (IE2) are based on the CEMEP-EU EFF2 and EFF1 limits respectively. However, they have been adjusted to take the different test procedures into account (CEMEP: Additional load losses P_{LL} flat 0,5 % of input power; in this standard P_{LL} is determined from test).

The nominal 50 Hz limits for Premium Efficiency (IE3) are set with the losses about 15 % to 20 % lower compared to the limits for High Efficiency (IE2).

The nominal 60 Hz limits for Standard Efficiency (IE1) are identical to Brazilian regulations. The nominal 60 Hz limits for High Efficiency (IE2) and for Premium Efficiency (IE3) are identical to US American EPA regulations.

A new Super-Premium class (IE4) is envisaged for future editions of this standard.

It is not expected that all manufacturers will produce motors for all efficiency classes or all ratings for a given class.

Users should select the efficiency class in accordance with the application depending on the actual operating hours. It may not be energy efficient to select High- or Premium-Efficiency motors for intermittent or short-time duty.

NOTE 2 An application guide with more details is planned to be released as an IEC publication soon.

In order to achieve a significant market share it is essential for high-efficiency motors to meet national/regional standards for assigned output powers in relation to mechanical dimensions (frame-size, flanges, etc.). There are a number of national/regional frame assignment standards (EN 50347, JISC 4212, NBR 7094, NEMA MG1, SANS 1804 and others) but there is no IEC standard. As this standard (IEC 60034-30) 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.

Regulators should consider the above constraints as well as the field of applications as detailed in Clause 4 when assigning minimum energy-efficiency performance standards (MEPS).

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE-code)

1 Scope

This part of IEC 60034 specifies efficiency classes for single-speed, three-phase, 50 Hz and 60 Hz, cage-induction motors that:

- have a rated voltage U_N up to 1 000 V;
NOTE The standard also applies to motors rated for two or more voltages and/or frequencies.
- have a rated output P_N between 0,75 kW and 375 kW;
- have either 2, 4 or 6 poles;
- are rated on the basis of either duty type S1 (continuous duty) or S3 (intermittent periodic duty) with a rated cyclic duration factor of 80 % or higher;
- are capable of operating direct on-line;
- are rated for operating conditions in accordance with IEC 60034-1, Clause 6.

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

Geared motors and brake motors are covered by this standard although special shafts and flanges may be used in such motors.

Excluded are:

- Motors made solely for converter operation in accordance with IEC 60034-25.
- Motors completely integrated into a machine (for example pump, fan and compressor) that cannot be tested separately from the machine.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. 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 60034-6, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)*

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

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

brake motor

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

3.1.2

geared motor

a motor directly attached to a gearbox without couplings (i.e. the first gear wheel is fixed to the motor shaft)

3.1.3

pump motor

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

3.1.4

average efficiency

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

3.1.5

nominal efficiency

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

3.1.6

rated efficiency

the 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 output power, kW

T_N is the rated output torque, Nm

U_N is the rated voltage, V

4 Fields of application (informative)

Motors covered by this standard may be used in variable-speed drive applications (see IEC 60034-17). In such applications the rated efficiency of the motor should not be assumed to apply due to increased losses from the harmonic-voltage content of the power supply.

Motors with cooling methods other than IC0Ax, IC1Ax, IC2Ax, IC3Ax or IC4Ax (see IEC 60034-6) may not be able to achieve the higher efficiency classes specification.

In some countries, motors are built for a restricted space (high-output design, i.e. smaller frame sizes than usual in national standards). These motors are covered by this standard. However, as a result of the small frame-size they may not be able to achieve the higher efficiency classes specification.

Motors specifically built for operation in explosive environments according to IEC 60079-0 are covered by this standard. However, as a result of safety requirements and certain design constraints of explosion proof motors (like increased air-gap, reduced starting current, enhanced sealing and others) some may not be able to achieve higher efficiency classifications.

NOTE 1 Due to the required certification processes additional time and cost may be necessary to achieve the higher efficiency ratings for some of these motors.

Motors specifically designed

- for special requirements of the driven machine (e.g. heavy starting duty, special torque stiffness and/or breakdown torque characteristics, large number of start/stop cycles, very low rotor inertia);
- for special characteristics of the grid supply (e.g. limited starting current, high tolerances of voltage and/or frequency);
- for special ambient conditions (e.g. very high or low ambient temperature; smoke extraction motors, high altitudes of installation),

may not be able to achieve higher efficiency classifications.

NOTE 2 Regulators should consider the above constraints when assigning national minimum energy efficiency performance standards (MEPS).

5 Efficiency

5.1 Determination

5.1.1 General

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

Efficiency and losses shall be determined in accordance with IEC 60034-2-1.

For IE1 (standard efficiency) and motors below standard efficiency, test methods associated with low and medium uncertainty are acceptable. The selected test method shall be stated in the documentation of the motor.

For all higher energy efficiency levels only methods associated with low uncertainty shall be acceptable.

5.1.2 Rated voltages, rated frequencies and rated output

Motors rated for an extended voltage tolerance (for example 400 V ± 10 %) shall be assigned a single rated efficiency and rated efficiency-class (IE-code), i.e. the extended tolerance shall be disregarded.

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

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

All efficiency values and associated 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 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.

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

5.1.3 Auxiliary devices

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

However, as long as these auxiliary devices are not an integral part of the motor construction, 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 without auxiliary devices installed.

Geared motors and pump motors are often standard motors equipped with shaft seals to prevent ingress of oil or water into the motor. The seals are therefore considered a feature of the gearbox or pump and consequently the efficiency of these motors shall be determined without the seals installed.

5.2 Rating

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

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 individual motor, when tested at rated voltage and frequency, shall not be less than the rated efficiency minus the tolerance on efficiency in accordance with IEC 60034-1.

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

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 1.

5.3.2 Efficiency classification

Table 1 – IE-Efficiency classification

Characteristic numeral	Brief description	Definition
1	Standard	Motors with a rated efficiency at full-load (rated output) equal to or exceeding the limits listed in 5.4.2.
2	High	Motors with a rated efficiency at full-load (rated output) equal to or exceeding the limits listed in 5.4.3.
3	Premium	Motors with a rated efficiency at full-load (rated output) equal to or exceeding the limits listed in 5.4.4.
4	Super-Premium	Under consideration*.

* The levels of the IE4 efficiency class are envisaged to be incorporated into the next edition of this standard. It is the goal to reduce the losses of IE4 by some 15 % relative to IE3. It is expected that technologies other than cage-induction motors will be required to meet IE4 levels. The scope of this standard will be amended accordingly.

5.3.3 Motors below standard efficiency

Some motors have rated efficiencies below the limits given in Tables 3 and 4. No marking of an IE-code for these motors is 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 efficiency limits

5.4.1 Interpolation

5.4.1.1 50 Hz mains supply frequency

For general use the following formula may 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 are interpolation coefficients (see Table 2); P_N is given in kW.

NOTE 1 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 %.

Normative, 50 Hz, nominal limits are given in Tables 3, 5 and 7. Normative, 50 Hz, nominal limits for rated output power values not defined in the tables within the output power range of 0,75 kW up to 200 kW shall be computed by applying the preceding formula.

NOTE 2 When efficiency classification of motors below 0,75 kW is requested by customers the interpolation function and coefficients may be used to compute informative values.

Table 2 – Interpolation coefficients (informative)

IE-Code	Coefficients	50 Hz up to 200 kW		
		2-pole	4-pole	6-pole
IE1	A	0,5234	0,5234	0,0786
	B	-5,0499	-5,0499	-3,5838
	C	17,4180	17,4180	17,2918
	D	74,3171	74,3171	72,2383
IE2	A	0,2972	0,0278	0,0148
	B	-3,3454	-1,9247	-2,4978
	C	13,0651	10,4395	13,2470
	D	79,077	80,9761	77,5603
IE3	A	0,3569	0,0773	0,1252
	B	-3,3076	-1,8951	-2,613
	C	11,6108	9,2984	11,9963
	D	82,2503	83,7025	80,4769

5.4.1.2 60 Hz mains supply frequency

Normative, 60 Hz, nominal limits are given in Tables 4, 6, and 8. Normative, 60 Hz, nominal limits for rated output power values 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 ratings shall be the higher of the two efficiencies.
- The efficiency of a rated power below the midpoint between two consecutive power ratings shall be the lower of the two efficiencies.

5.4.2 Nominal limits for Standard Efficiency (IE1)

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

P_N kW	Number of poles		
	2	4	6
0,75	72,1	72,1	70,0
1,1	75,0	75,0	72,9
1,5	77,2	77,2	75,2
2,2	79,7	79,7	77,7
3	81,5	81,5	79,7
4	83,1	83,1	81,4
5,5	84,7	84,7	83,1
7,5	86,0	86,0	84,7
11	87,6	87,6	86,4
15	88,7	88,7	87,7
18,5	89,3	89,3	88,6
22	89,9	89,9	89,2
30	90,7	90,7	90,2
37	91,2	91,2	90,8
45	91,7	91,7	91,4
55	92,1	92,1	91,9

P_N kW	Number of poles		
	2	4	6
75	92,7	92,7	92,6
90	93,0	93,0	92,9
110	93,3	93,3	93,3
132	93,5	93,5	93,5
160	93,8	93,8	93,8
200 up to 375	94,0	94,0	94,0

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

P_N kW	Number of poles		
	2	4	6
0,75	77,0	78,0	73,0
1,1	78,5	79,0	75,0
1,5	81,0	81,5	77,0
2,2	81,5	83,0	78,5
3,7	84,5	85,0	83,5
5,5	86,0	87,0	85,0
7,5	87,5	87,5	86,0
11	87,5	88,5	89,0
15	88,5	89,5	89,5
18,5	89,5	90,5	90,2
22	89,5	91,0	91,0
30	90,2	91,7	91,7
37	91,5	92,4	91,7
45	91,7	93,0	91,7
55	92,4	93,0	92,1
75	93,0	93,2	93,0
90	93,0	93,2	93,0
110	93,0	93,5	94,1
150	94,1	94,5	94,1
185 up to 375	94,1	94,5	94,1

5.4.3 Nominal limits for High Efficiency (IE2)

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

P_N kW	Number of poles		
	2	4	6
0,75	77,4	79,6	75,9
1,1	79,6	81,4	78,1
1,5	81,3	82,8	79,8
2,2	83,2	84,3	81,8
3	84,6	85,5	83,3
4	85,8	86,6	84,6
5,5	87,0	87,7	86,0
7,5	88,1	88,7	87,2
11	89,4	89,8	88,7
15	90,3	90,6	89,7
18,5	90,9	91,2	90,4
22	91,3	91,6	90,9
30	92,0	92,3	91,7
37	92,5	92,7	92,2
45	92,9	93,1	92,7
55	93,2	93,5	93,1
75	93,8	94,0	93,7
90	94,1	94,2	94,0
110	94,3	94,5	94,3
132	94,6	94,7	94,6
160	94,8	94,9	94,8
200 up to 375	95,0	95,1	95,0

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

P_N kW	Number of poles		
	2	4	6
0,75	75,5 *	82,5	80,0
1,1	82,5	84,0	85,5
1,5	84,0	84,0	86,5
2,2	85,5	87,5	87,5
3,7	87,5	87,5	87,5
5,5	88,5	89,5	89,5
7,5	89,5	89,5	89,5
11	90,2	91,0	90,2
15	90,2	91,0	90,2
18,5	91,0	92,4	91,7
22	91,0	92,4	91,7
30	91,7	93,0	93,0
37	92,4	93,0	93,0

COPYRIGHT © IEC. NOT FOR COMMERCIAL USE OR REPRODUCTION

P_N kW	Number of poles		
	2	4	6
45	93,0	93,6	93,6
55	93,0	94,1	93,6
75	93,6	94,5	94,1
90	94,5	94,5	94,1
110	94,5	95,0	95,0
150	95,0	95,0	95,0
185 up to 375	95,4	95,4 **	95,0

* This value has been copied from NEMA MG1 and not a typing error.

** In NEMA Energy Efficiency the nominal limit is 95,0 % for 185 kW and 95,8 % for 375 kW.

5.4.4 Nominal limits for Premium Efficiency (IE3)

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

P_N kW	Number of poles		
	2	4	6
0,75	80,7	82,5	78,9
1,1	82,7	84,1	81,0
1,5	84,2	85,3	82,5
2,2	85,9	86,7	84,3
3	87,1	87,7	85,6
4	88,1	88,6	86,8
5,5	89,2	89,6	88,0
7,5	90,1	90,4	89,1
11	91,2	91,4	90,3
15	91,9	92,1	91,2
18,5	92,4	92,6	91,7
22	92,7	93,0	92,2
30	93,3	93,6	92,9
37	93,7	93,9	93,3
45	94,0	94,2	93,7
55	94,3	94,6	94,1
75	94,7	95,0	94,6
90	95,0	95,2	94,9
110	95,2	95,4	95,1
132	95,4	95,6	95,4
160	95,6	95,8	95,6
200 up to 375	95,8	96,0	95,8

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

P_N kW	Number of poles		
	2	4	6
0,75	77,0 *	85,5	82,5
1,1	84,0	86,5	87,5
1,5	85,5	86,5	88,5
2,2	86,5	89,5	89,5
3,7	88,5	89,5	89,5
5,5	89,5	91,7	91,0
7,5	90,2	91,7	91,0
11	91,0	92,4	91,7
15	91,0	93,0	91,7
18,5	91,7	93,6	93,0
22	91,7	93,6	93,0
30	92,4	94,1	94,1
37	93,0	94,5	94,1
45	93,6	95,0	94,5
55	93,6	95,4	94,5
75	94,1	95,4	95,0
90	95,0	95,4	95,0
110	95,0	95,8	95,8
150	95,4	96,2	95,8
185 up to 375	95,8	96,2	95,8

* This value has been copied from NEMA MG1 and is not a typing error.

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 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters - Application guide*

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 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

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

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

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

NBR 7094, *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.....	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives.....	24
3 Termes, définitions et symboles	25
3.1 Termes et définition.....	25
3.2 Symboles	25
4 Champ d'application (informatif)	25
5 Rendement.....	26
5.1 Détermination.....	26
5.1.1 General	26
5.1.2 Tensions assignées, fréquences assignées et puissances de sortie assignées	27
5.1.3 Equipements auxiliaires.....	27
5.2 Assignations.....	27
5.3 Classification et marquage	28
5.3.1 Général	28
5.3.2 Classification du rendement	28
5.3.3 Moteurs inférieur au rendement « Standard »	28
5.3.4 Marquage	28
5.4 Limites de rendement nominal.....	28
5.4.1 Interpolation	28
5.4.2 Limites nominales pour le rendement « Standard » (IE1).....	30
5.4.3 Limites nominales pour le « Haut » rendement (IE2).....	31
5.4.4 Limites nominales pour le rendement « Premium » (IE3)	33
Bibliographie.....	35
 Figure 1 – Affectation des économies potentielles par gamme de moteurs installés dans le secteur industriel	 21
 Tableau 1 – Classification IE du rendement	 28
Tableau 2 – Coefficients d'interpolation (informatif)	29
Tableau 3 – Limites nominales (%) pour le rendement « Standard » (IE1) 50 Hz	30
Tableau 4 – Limites nominales (%) pour le rendement « Standard » (IE1) 60 Hz	30
Tableau 5 – Limites nominales (%) pour le « Haut » rendement (IE2) 50 Hz	31
Tableau 6 – Limites nominales (%) pour le « Haut » rendement (IE2) 60 Hz	32
Tableau 7 – Limites nominales (%) pour le rendement « Premium » (IE3) 50 Hz.....	33
Tableau 8 – Limites nominales (%) pour le rendement « Premium » (IE3) 60 Hz.....	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

**Partie 30: Classes de rendement pour les moteurs
à induction triphasés à cage, mono vitesse (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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1518/FDIS	2/1521/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60034, présentées sous le titre général *Machines électriques tournantes*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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 la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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

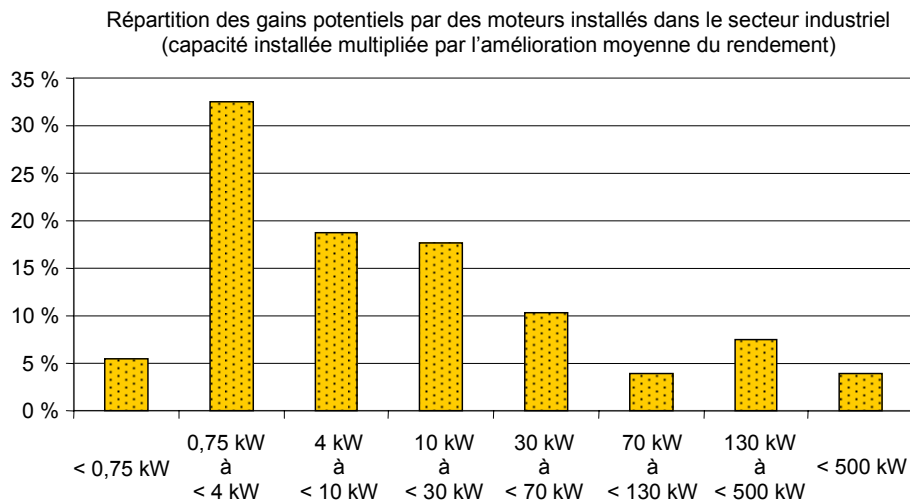
La présente Norme internationale apporte une harmonisation globale des classes de rendement énergétique des moteurs électriques.

Les applications industrielles des moteurs électriques consomment entre 30 % et 40 % de l'énergie électrique produite dans le monde. L'amélioration du rendement d'un système complet d'entraînement (c'est-à-dire le moteur et le variateur qui contrôle la vitesse) englobant l'application (ou le processus) est une préoccupation majeure lors des travaux portant sur les rendements énergétiques. L'énergie totale pouvant être économisée par l'optimisation d'un système est supposée être de l'ordre de 30 % à 60 %.

Selon les constats de la « Motor Workshop IEA 7 » de juillet 2006, les moteurs électriques dont le rendement est amélioré en association avec des convertisseurs de fréquence, peuvent économiser environ 7 % de l'énergie électrique mondiale. De l'ordre d'un quart à un tiers de ces économies provient de l'amélioration du rendement du moteur. Le solde provient des améliorations du système.

Beaucoup de normes différentes concernant le rendement énergétique des moteurs à induction à cage sont déjà en utilisées (NEMA, EPACT, CSA, CEMEP, COPANT, AS/NZS, JIS, GB et autres) et de nouvelles classes sont à l'étude. Il devient de plus en plus difficile pour les constructeurs de concevoir des moteurs pour un marché global, et pour les utilisateurs de comprendre les différences et les similitudes des normes des différents pays.

Les moteurs de 0,75 kW à 375 kW couverts par la présente norme, constituent la grande majorité de la population des moteurs installés comme le montre la Figure 1.



Sources: 1. SAVE-Report "Improving the Penetration of Energy Efficient Motors and Drives" (1996)
2. Calculations CEMEP

IEC 1823/08

Figure 1 – Affectation des économies potentielles par gamme de moteurs installés dans le secteur industriel

Dans certains pays, des moteurs plus petits sont concernés par les réglementations relatives au rendement énergétique. La plupart de ces moteurs ne sont pas des machines à induction à cage, triphasées. De plus, ils ne fonctionnent généralement pas en continu et ainsi le potentiel d'économie d'énergie qu'ils représentent est plutôt limité.

Dans certains pays, des moteurs 8 pôles sont concernés par les réglementations relatives au rendement énergétique. Cependant, leur part de marché est déjà très faible (1 % ou moins) et du fait de l'acceptation croissante des entraînements à vitesse variable et du faible coût associé aux moteurs standards 4 et 6 pôles, il est prévisible que les moteurs 8 pôles disparaîtront même du marché général. En conséquence, la présente norme ne comporte pas de dispositions pour les moteurs 8 pôles.

Pour une hauteur d'axe et une puissance donnée, il est généralement plus aisé d'atteindre un rendement élevé quand le moteur est conçu pour fonctionner à une fréquence d'alimentation électrique de 60 Hz plutôt que 50 Hz.

NOTE 1 Comme l'utilisation et les dimensions d'un moteur sont liées au couple plutôt qu'à la puissance, la puissance de sortie théorique augmente linéairement 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 frottements et dans le fer augmentent avec la fréquence, elles jouent un rôle mineur dans ces moteurs. Ainsi, à 60 Hz, les pertes augmentent moins que les 20 % d'augmentation de la puissance de sortie par rapport à 50 Hz, et de ce fait le rendement augmente.

En pratique, les désignations de puissance de sortie à 60 Hz et à 50 Hz sont conformes aux niveaux de puissance normalisés, en accord avec la CEI 60072-1 et autres normes nationales comme l'EN 50347. Bien qu'une augmentation de 20 % de l'assignation de la puissance du moteur n'est pas toujours possible, l'avantage général du 60 Hz reste applicable si la conception du moteur est optimisée pour la fréquence d'alimentation plutôt que juste ré-assignée.

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 l'étendue de puissance de 0,75 kW à 375 kW est supérieur de 2,5 % à 0,5 % 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 part des pertes fer, de ventilation et de frottement.

Dans la présente norme, les limites nominales à 50 Hz des rendements « Standard » (IE1), et « Haut rendement » (IE2) sont respectivement basés sur les limites EFF2 et EFF1 définies par le CEMEP-EU. Cependant, elles ont été adaptées pour prendre en compte les procédures d'essai différentes (CEMEP: les pertes supplémentaires en charge P_{LL} sont prises à 0,5 % de la puissance d'entrée; dans la présente norme, les pertes P_{LL} sont déterminées à partir des essais).

Les limites nominales à 50 Hz pour le rendement « Premium » (IE3) sont établies sur la base des pertes définies par le « Haut rendement » (IE2) et réduites d'environ de 15 % à 20 %.

Les limites nominales à 60 Hz pour le rendement « Standard » (IE1) sont identiques aux réglementations du Brésil. Les limites nominales à 60 Hz pour le « Haut rendement » (IE2) et pour le rendement « Premium » (IE3) sont identiques aux réglementations « US American EPart ».

Une nouvelle classe « Super-Premium » (IE4) est envisagée dans le cadre des futures éditions de cette présente norme.

Il n'est pas envisagé que tous les constructeurs produisent des moteurs pour toutes les classes de rendement ou pour toutes les assignations d'une classe donnée.

Il convient que les utilisateurs sélectionnent la classe de rendement pour une application en fonction des durées de fonctionnement réelles. Il peut être inefficace d'un point de vue énergétique de sélectionner des moteurs de « Haut » rendement ou « Premium » pour des durées de fonctionnement en régimes intermittents ou faibles.

NOTE 2 La publication par la CEI d'un guide d'application plus détaillé est prévue prochainement.

Afin d'atteindre une part de marché significative il est essentiel que les moteurs « Haut » rendement répondent aux normes nationales/régionales qui régissent les puissances de sortie des moteurs en fonction des encombrement mécanique (hauteur d'axe, brides, etc.). Il existe un nombre de réglementations nationales/régionales qui fixent les encombrements/ carcasse

de moteurs (EN 50347, JISC 4212, NBR 7094, NEMA MG1, SANS 1804 et autres) mais aucune norme IEC. Cette présente norme (IEC 60034-30) définit les classes énergétiques de rendement indépendamment des contraintes dimensionnelles, il peut ne pas être possible dans tous les marchés de produire des moteurs « Haut rendement » tout en respectant les encombrements mécaniques fixés par les normes nationales/régionales.

Il convient que les législateurs prennent en considération les contraintes mentionnées ci-dessus ainsi que les champs d'application détaillés à l'Article 4 lors de l'assignation d'une classe minimum énergétique de rendement normalisée « MEPS ».

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 30: Classes de rendement pour les moteurs à induction triphasés à cage, mono vitesse (Code IE)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60034 spécifie les classes de rendement pour les moteurs électrique à induction triphasés 50 Hz et 60 Hz à cage, mono vitesse et qui:

- ont une tension assignée U_N jusqu'à 1 000 V,
NOTE La norme s'applique aussi aux moteurs conçus pour deux ou plusieurs tensions et/ou fréquences assignées.
- ont une puissance de sortie assignée P_N entre 0,75 kW et 375 kW,
- ont 2, 4 ou 6 pôles,
- sont assignés sur la base d'un service type S1 (service continu) ou S3 (service périodique intermittent) avec un facteur de service de 80 % ou plus,
- sont destinés à être alimentés directement à partir du réseau industriel,
- ont des conditions de fonctionnement assignées conforme à la CEI 60034-1, Article 6.

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 cette norme.

Les moteurs avec réducteurs et les moteurs freins sont couverts par cette norme bien que des arbres et brides spécifiques peuvent être utilisées dans de tels moteurs.

Sont exclus:

- Les moteurs spécialement construits pour les applications en vitesse variable suivant la CEI 60034-25.
- Les moteurs complètement intégrés dans une machine (par exemple pompe, ventilateur, compresseur) qui ne peuvent pas être testés séparément de la machine

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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*

IEC 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)*

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

IEC 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*

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 s'appliquent ainsi que les suivants:

3.1.1

moteur frein

un moteur équipé d'un frein électro-mécanique opérant directement sur l'arbre du moteur sans accouplement

3.1.2

moteur avec réducteur

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

3.1.3

moteur pompe

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

3.1.4

rendement moyen

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

3.1.5

rendement nominal

le rendement exigé pour être conforme à la classe énergétique correspondante aux valeurs mentionnées dans les tableaux de cette norme

3.1.6

rendement assigné

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

3.2 Symboles

η_n est le rendement nominal, %

η_N est le rendement assigné, %

f_N est la fréquence assignée, Hz

n_N est la vitesse assignée, min^{-1}

P_N est la puissance de sortie assignée, kW

T_N est le couple de sortie assigné, Nm

U_N est la tension assignée, V

4 Champ d'application (informatif)

Les moteurs couverts par cette norme peuvent être utilisés pour application en vitesse variable (voir la CEI 60034-17). Dans une telle application le rendement assigné du moteur n'est pas supposé s'appliquer en raison de l'augmentation des pertes due aux harmoniques de tension alimentant le moteur.

Les moteurs avec méthodes de refroidissement autres que IC0Ax, IC1Ax, IC2Ax, IC3Ax ou IC4Ax (voir la CEI 60034-6) peuvent ne pas atteindre la plus haute classe énergétique de rendement spécifiée.

Dans certains pays, les moteurs sont conçus afin de respecter un encombrement limité (conception puissance « hors norme », c'est-à-dire dimensionnement carcasse plus petit que le dimensionnement usuel des normes nationales). Ces moteurs sont couverts par cette norme. Cependant et du fait d'une taille de carcasse réduite, ils ne peuvent pas atteindre la plus haute classe énergétique de rendement spécifiée.

Les moteurs conçus spécialement pour être installés dans des zones d'atmosphères explosives en accord avec la CEI 60079-0 sont couverts par cette norme. Cependant en raison des exigences de sécurité et de certaines contraintes de conception au niveau des moteurs « anti déflagrants » (entrefer augmenté, appel de courant au démarrage réduit, renforcement des joints de protection ou autres), ils ne peuvent pas atteindre la plus haute classe énergétique de rendement spécifiée.

NOTE 1 En raison du processus de certification exigé, une durée et des coûts supplémentaires peuvent être nécessaires pour certains de ces moteurs pour atteindre les rendements plus élevés.

Des moteurs spécialement conçus

- pour satisfaire aux exigences spécifiques de la machine entraînée (par exemple démarrage avec des contraintes exceptionnelles, caractéristiques spéciales du couple exigé par la machine entraînée – rigidité, « pointe » de couple, cycles de démarrage et arrêt important, moteurs avec une inertie rotor très faible);
- pour satisfaire aux caractéristiques spéciales d'un réseau électrique d'alimentation (par exemple limitation du courant au démarrage, tolérances de tension et/ou de fréquence importantes);
- pour satisfaire à des conditions ambiantes particulières (par exemple très haute ou basse température ambiante, moteurs d'extraction pour application de désenfumage, installation en altitude élevée),

peuvent ne pas atteindre les plus hautes classes énergétique de rendement.

NOTE 2 Il convient que les législateurs devront prendre en considération les contraintes mentionnées ci-dessus lors de l'assignation d'une classe énergétique de rendement normalisée « MEPS ».

5 Rendement

5.1 Détermination

5.1.1 Generalités

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

Le rendement et les pertes doivent être déterminés en accord avec la CEI 60034-2-1.

Pour la classe IE1 (rendement normal) ainsi que pour les moteurs ayant un rendement inférieur, les méthodes de tests définies avec une incertitude faible ou moyennes peuvent être utilisées. La méthode d'essai sélectionnée doit être précisée dans la documentation associée au moteur.

Pour les classes énergétiques plus élevées seules les méthodes de tests définies avec une incertitude faible peuvent être utilisées.

5.1.2 Tensions assignées, fréquences assignées et puissances de sortie assignées

Les moteurs assignés pour une tolérance de tension étendue, par exemple $400\text{ V} \pm 10\%$, ne doivent avoir qu'un seul rendement assigné, c'est-à-dire sans considération de la tolérance étendue.

Les moteurs avec plusieurs combinaisons tension/fréquence/puissance en sortie peuvent être assignés pour un rendement et une classe de rendement (IE-Code) correspondant à chacune des combinaisons tension/fréquence/puissance.

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

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

NOTE Par exemple, au Japon l'association assignée « $200\text{ V}/50\text{ Hz} - 200\text{ V}/60\text{ Hz} - 220\text{ V}/60\text{ Hz}$ » est communément utilisée et en Europe, l'association assignée « $380\text{ V}/50\text{ Hz} - 400\text{ V}/50\text{ Hz} - 415\text{ V}/50\text{ Hz} - 460\text{ V}/60\text{ Hz}$ » est quelquefois utilisée. Pour ces exemples, il y aura trois ou quatre assignations de rendement et éventuellement différentes classes de rendement IE-codes.

Les associations tension/fréquence de même flux magnétique et même puissance en sortie, par exemple $230/400\text{ V}$ triangle/étoile ou $230/460\text{ V}$ (double étoile/étoile), doivent avoir un seul rendement assigné et une seule classe de rendement (IE-code).

5.1.3 Equipements 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 anti-devireurs, des capteurs de vitesse, de génératrice tachymétriques, etc., en différentes associations.

Cependant, tant que ces équipements auxiliaires ne font pas partie intégrante de la construction du moteur, la détermination du rendement de toutes ces associations possibles n'est pas réalisable. Les tests de rendement de ces moteurs standards modifiés doivent être réalisés sur les moteurs de base, sans installation des équipements auxiliaires.

Les moteurs avec réducteurs et les moteurs pompes sont souvent des moteurs standards équipés d'un dispositif d'étanchéité d'arbre pour empêcher la pénétration d'huile ou d'eau dans le moteur. Les dispositifs d'étanchéité sont donc considérés comme une caractéristique du réducteur ou de la pompe et en conséquence, le rendement de ces moteurs doit être déterminé sans l'installation des dispositifs d'étanchéité.

5.2 Assignations

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 une plage de rendements. En conséquence, les limites de rendement énergétique à pleine charge données dans la présente norme sont nominales.

Le rendement déclaré par le constructeur sur la plaque signalétique (rendement assigné) doit être supérieur ou égal à la limite du rendement nominal de la présente norme (en accord avec la classe de rendement (IE-code) figurant sur la plaque signalétique).

Le rendement à pleine charge de tout moteur considéré individuellement quand il est testé à la tension et à la fréquence assignées, ne doit pas être inférieur au rendement assigné, diminué de la tolérance sur le rendement en accord avec la CEI 60034-1.

NOTE Il est recommandé d'indiquer les rendements à 50 %, 75 % et à pleine charge dans la documentation du produit. Dans le cadre de la présente norme, c'est le rendement à la puissance de sortie assignée qui s'applique.

5.3 Classification et marquage

5.3.1 Généralités

La désignation de la classe de rendement énergétique est constituée des lettres « IE » (abréviation pour « International Energy-efficiency Class »), directement suivies par un nombre représentant la classification en accord avec le Tableau 1.

5.3.2 Classification du rendement

Tableau 1 – Classification IE du rendement

Numéro caractéristique	Brève description	Définition
1	Standard	Moteurs avec un rendement à pleine charge assigné égal ou supérieur aux limites listées en 5.4.2
2	Haut	Moteurs avec un rendement à pleine charge assigné égal ou supérieur aux limites listées en 5.4.3
3	Premium	Moteurs avec un rendement à pleine charge assigné égal ou supérieur aux limites listées en 5.4.4
4	Super-Premium	A l'étude*.

* Il est envisagé d'incorporer les limites de la classe de rendement IE4 dans la prochaine édition de cette norme. L'objectif de la classe IE4 est de réduire les pertes d'environ de 15 % comparées à celles de la classe IE3. Il est envisagé que des technologies autres que les moteurs induction à cage seront exigées pour atteindre les niveaux de la classe IE4. Le domaine d'application de cette norme sera amendé en conséquence.

5.3.3 Moteurs inférieurs au rendement « standard »

Certains moteurs ont des rendements inférieurs aux limites données dans les Tableaux 3 et 4. Aucun marquage du code IE pour ces moteurs n'est exigé.

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 de rendement nominal

5.4.1 Interpolation

5.4.1.1 Fréquence d'alimentation 50 Hz

Pour une application générale, l'équation suivante peut être appliquée:

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

où A, B, C, D sont des coefficients d'interpolation (voir Tableau 2); P_N est donnée en kW.

NOTE 1 L'équation et les coefficients d'interpolation ont été mathématiquement définis pour obtenir la courbe la plus proche pour les limites de rendement nominales souhaitées. Ils n'ont pas de signification physique.

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

Les limites nominales normatives 50 Hz sont données dans les Tableaux 3, 5 et 7. Les limites nominales normatives pour les valeurs de puissance en sortie non définies dans les tableaux

comprises entre la gamme de puissances de 0,75 kW à 200 kW doivent être calculées en utilisant la précédente formule.

NOTE 2 Lorsque que la classification de moteurs dont la puissance de sortie est inférieure à 0,75 kW est exigée par les clients, la formule d'interpolation et les coefficients ci-dessus peuvent être utilisés pour déterminer les valeurs à titre informatif.

Tableau 2 – Coefficients d'interpolation (informatif)

IE-Code	Coefficients	50 Hz jusqu'à 200 kW		
		2 pôles	4 pôles	6 pôles
IE1	A	0,5234	0,5234	0,0786
	B	-5,0499	-5,0499	-3,5838
	C	17,4180	17,4180	17,2918
	D	74,3171	74,3171	72,2383
IE2	A	0,2972	0,0278	0,0148
	B	-3,3454	-1,9247	-2,4978
	C	13,0651	10,4395	13,2470
	D	79,077	80,9761	77,5603
IE3	A	0,3569	0,0773	0,1252
	B	-3,3076	-1,8951	-2,613
	C	11,6108	9,2984	11,9963
	D	82,2503	83,7025	80,4769

5.4.1.2 Fréquence d'alimentation 60 Hz

Les limites nominales normatives 60 Hz sont données dans les Tableaux 4, 6 et 8. Les limites nominales normatives 60 Hz pour les valeurs de puissance en sortie non définies dans les tableaux doivent être déterminées comme ci-dessous:

- Le rendement à une puissance assignée correspondante au « point » central et au dessus entre deux puissances normatives consécutives doit être la valeur supérieure.
- Le rendement à une puissance assignée en dessous du « point » central entre deux puissances normatives consécutives doit être la valeur inférieure.

5.4.2 Limites nominales pour le rendement « standard » (IE1)

**Tableau 3 – Limites nominales (%)
pour le rendement « standard » (IE1) 50 Hz**

P_N kW	Nombre de pôles		
	2	4	6
0,75	72,1	72,1	70,0
1,1	75,0	75,0	72,9
1,5	77,2	77,2	75,2
2,2	79,7	79,7	77,7
3	81,5	81,5	79,7
4	83,1	83,1	81,4
5,5	84,7	84,7	83,1
7,5	86,0	86,0	84,7
11	87,6	87,6	86,4
15	88,7	88,7	87,7
18,5	89,3	89,3	88,6
22	89,9	89,9	89,2
30	90,7	90,7	90,2
37	91,2	91,2	90,8
45	91,7	91,7	91,4
55	92,1	92,1	91,9
75	92,7	92,7	92,6
90	93,0	93,0	92,9
110	93,3	93,3	93,3
132	93,5	93,5	93,5
160	93,8	93,8	93,8
200 jusqu'à 375	94,0	94,0	94,0

Tableau 4 – Limites nominales (%) pour le rendement « standard » (IE1) 60 Hz

P_N kW	Nombre de pôles		
	2	4	6
0,75	77,0	78,0	73,0
1,1	78,5	79,0	75,0
1,5	81,0	81,5	77,0
2,2	81,5	83,0	78,5
3,7	84,5	85,0	83,5
5,5	86,0	87,0	85,0
7,5	87,5	87,5	86,0
11	87,5	88,5	89,0
15	88,5	89,5	89,5
18,5	89,5	90,5	90,2
22	89,5	91,0	91,0
30	90,2	91,7	91,7

P_N kW	Nombre de pôles		
	2	4	6
37	91,5	92,4	91,7
45	91,7	93,0	91,7
55	92,4	93,0	92,1
75	93,0	93,2	93,0
90	93,0	93,2	93,0
110	93,0	93,5	94,1
150	94,1	94,5	94,1
185 jusqu'à 375	94,1	94,5	94,1

5.4.3 Limites nominales pour le « haut » rendement (IE2)

Tableau 5 – Limites nominales (%) pour le « haut » rendement (IE2) 50 Hz

P_N kW	Nombre de pôles		
	2	4	6
0,75	77,4	79,6	75,9
1,1	79,6	81,4	78,1
1,5	81,3	82,8	79,8
2,2	83,2	84,3	81,8
3	84,6	85,5	83,3
4	85,8	86,6	84,6
5,5	87,0	87,7	86,0
7,5	88,1	88,7	87,2
11	89,4	89,8	88,7
15	90,3	90,6	89,7
18,5	90,9	91,2	90,4
22	91,3	91,6	90,9
30	92,0	92,3	91,7
37	92,5	92,7	92,2
45	92,9	93,1	92,7
55	93,2	93,5	93,1
75	93,8	94,0	93,7
90	94,1	94,2	94,0
110	94,3	94,5	94,3
132	94,6	94,7	94,6
160	94,8	94,9	94,8
200 jusqu'à 375	95,0	95,1	95,0

Tableau 6 – Limites nominales (%) pour le « haut » rendement (IE2) 60 Hz

P_N kW	Nombre de pôles		
	2	4	6
0,75	75,5 *	82,5	80,0
1,1	82,5	84,0	85,5
1,5	84,0	84,0	86,5
2,2	85,5	87,5	87,5
3,7	87,5	87,5	87,5
5,5	88,5	89,5	89,5
7,5	89,5	89,5	89,5
11	90,2	91,0	90,2
15	90,2	91,0	90,2
18,5	91,0	92,4	91,7
22	91,0	92,4	91,7
30	91,7	93,0	93,0
37	92,4	93,0	93,0
45	93,0	93,6	93,6
55	93,0	94,1	93,6
75	93,6	94,5	94,1
90	94,5	94,5	94,1
110	94,5	95,0	95,0
150	95,0	95,0	95,0
185 jusqu'à 375	95,4	95,4 **	95,0

* Cette valeur est extraite du NEMA MG1 et n'est pas une faute typographique.

** Dans les rendements énergétiques NEMA, la limite nominale est 95,0 % pour les moteurs 185 kW et 95,8 % pour les moteurs 375 kW.

5.4.4 Limites nominales pour le rendement « premium » (IE3)

Tableau 7 – Limites nominales (%) pour le rendement « premium » (IE3) 50 Hz

P_N kW	Nombre de pôles		
	2	4	6
0,75	80,7	82,5	78,9
1,1	82,7	84,1	81,0
1,5	84,2	85,3	82,5
2,2	85,9	86,7	84,3
3	87,1	87,7	85,6
4	88,1	88,6	86,8
5,5	89,2	89,6	88,0
7,5	90,1	90,4	89,1
11	91,2	91,4	90,3
15	91,9	92,1	91,2
18,5	92,4	92,6	91,7
22	92,7	93,0	92,2
30	93,3	93,6	92,9
37	93,7	93,9	93,3
45	94,0	94,2	93,7
55	94,3	94,6	94,1
75	94,7	95,0	94,6
90	95,0	95,2	94,9
110	95,2	95,4	95,1
132	95,4	95,6	95,4
160	95,6	95,8	95,6
200 jusqu'à 375	95,8	96,0	95,8

Tableau 8 – Limites nominales (%) pour le rendement « premium » (IE3) 60 Hz

P_N kW	Nombre de pôles		
	2	4	6
0,75	77,0 *	85,5	82,5
1,1	84,0	86,5	87,5
1,5	85,5	86,5	88,5
2,2	86,5	89,5	89,5
3,7	88,5	89,5	89,5
5,5	89,5	91,7	91,0
7,5	90,2	91,7	91,0
11	91,0	92,4	91,7
15	91,0	93,0	91,7
18,5	91,7	93,6	93,0
22	91,7	93,6	93,0
30	92,4	94,1	94,1
37	93,0	94,5	94,1

P_N kW	Nombre de pôles		
	2	4	6
45	93,6	95,0	94,5
55	93,6	95,4	94,5
75	94,1	95,4	95,0
90	95,0	95,4	95,0
110	95,0	95,8	95,8
150	95,4	96,2	95,8
185 jusqu'à 375	95,8	96,2	95,8

* Cette valeur est extraite de la NEMA MG1 et n'est pas une faute typographique.

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 60034-17, *Machines électriques tournantes – Partie 17: Moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs – Guide d'application*

CEI/TS 60034-25, *Machines électriques tournantes – Partie 25: Guide pour la conception et performances des moteurs alternatifs spécialement conçus pour être alimentés par convertisseurs de fréquences (disponible en anglais seulement)*

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

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

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

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

NBR 7094, *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