

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Rotating electrical machines –
Part 30-3: Efficiency classes of high voltage AC motors (IE-code)**

**Machines électriques tournantes –
Partie 30-3: Classes de rendement des moteurs à courant alternatif à haute
tension (code IE)**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-30-3:2024



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Rotating electrical machines –
Part 30-3: Efficiency classes of high voltage AC motors (IE-code)**

**Machines électriques tournantes –
Partie 30-3: Classes de rendement des moteurs à courant alternatif à haute
tension (code IE)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01; 29.160.10; 29.160.30

ISBN 978-2-8322-8126-0

**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.....	6
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and symbols.....	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Symbols.....	10
4 Efficiency classification.....	10
4.1 Determination	10
4.1.1 General	10
4.1.2 Auxiliary devices.....	10
4.2 Efficiency rating – General procedure	11
5 Required documentation.....	18
Annex A (informative) Standardized nameplate efficiency values	19
Annex B (informative) Proposal for technology factor for starting conditions for high voltage cage induction motors outside the scope of this document.....	20
Annex C (informative) Example for determining the nominal efficiency.....	21
Bibliography.....	22
Figure 1 – Envelope of the load torque during starting: Load torque during starting in % of rated torque over speed in % of rated speed	7
Table 1 – Maximum external moment of inertia	8
Table 2 – Reference efficiency values η_r for $2p = 2$, $f_N = 50$ Hz	11
Table 3 – Reference efficiency values η_r for $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz	12
Table 4 – Reference efficiency values η_r for $2p = 6$, $f_N = 50$ Hz	13
Table 5 – Reference efficiency values η_r for $2p = 2$, $f_N = 60$ Hz	14
Table 6 – Reference efficiency values η_r for $2p = 4$, $f_N = 60$ Hz	15
Table 7 – Reference efficiency values η_r for $2p = 6$, $f_N = 60$ Hz	16
Table 8 – Technology factor c_U for rated voltage U_N	17
Table 9 – Technology factor c_C for method of cooling (IC class).....	17
Table 10 – Technology factor c_S for starting conditions for motors within the scope of this document	17
Table A.1 – Standardized nameplate efficiency levels.....	19
Table B.1 – Technology factor c_S for starting conditions for high voltage cage induction motors outside the scope of this document	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 30-3: Efficiency classes of high voltage 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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60034-30-3 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
2/2131/CDV	2/2160/RVC

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-30-3:2024

INTRODUCTION

This document provides the global harmonization of energy-efficiency classes of three-phase cage induction motors with rated voltage above 1 000 V that are rated for direct online starting and fixed-speed operation at a 50 Hz or 60 Hz supply with sinusoidal voltage.

For these motors, the demands of the power supply and of the driven equipment in many cases govern the design of the electrical machine. Due to the large size and power of high-voltage (HV) motors, these demands are more complex than for low-voltage motors and often limit the design. Vice versa, the properties of the electrical machine itself influence the grid considerably in many cases.

In order to ensure an easy applicability of this document, the scope is limited to the most relevant applications, i.e. motors for driving the vast majority of pumps, fans, or compressors, which cover approximately 80 % to 90 % of all applications. Motors for special applications, e.g. for accelerating very high load inertia, for very low supply voltage during starting, for very low locked-rotor current or for accelerating against high load torque, are therefore out of the scope of this document.

Despite this, the motor technology, namely

- rated voltage,
- method of cooling,
- locked-rotor current,

have a significant influence on the achievable motor efficiency as well as the rated frequency, the rated power and the number of poles, and are considered when specifying the efficiency class.

NOTE When specifying or designing a power drive system, low voltage motors will mostly have a higher efficiency than high voltage motors with the same rated power. However, considering the losses of the complete system, i.e. including cabling and transformer losses, high voltage solution might be advantageous.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 30-3: Efficiency classes of high voltage AC motors (IE-code)

1 Scope

This part of IEC 60034 specifies efficiency classes for fixed-speed three-phase high-voltage cage induction motors in accordance with IEC 60034-1 that

- have a rated voltage exceeding 1 000 V, but not exceeding 11 kV;
- have a rated power from 200 kW to 2 000 kW;

NOTE 1 Motors with rated power above 2 000 kW are produced in such small numbers and are designed and produced with a focus on achieving an optimum efficiency anyway, even though fulfilling increasingly special requirements that assigning efficiency classes would be an additional effort without the result of any countable energy saving.

- have two, four or six poles;
- are rated for single-speed line-operation;
- are intended for direct-on-line starting at rated or at reduced voltage and rated frequency;
- are constructed to any degree of protection;
- are designed for cooling methods IC411, IC511, IC611, IC01 or IC81W;
- are capable of continuous operation at their rated operating point (torque/power, speed) with a temperature rise within the specified insulation temperature class;

NOTE 2 Most motors covered by this document 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 rated for any ambient temperature or coolant temperature within the range of – 20 °C to + 60 °C;

NOTE 3 Motors rated for temperatures outside the range – 20 °C and + 60 °C are considered to be of special construction and are consequently excluded from this document.

- are rated for an operating altitude up to 2 000 m above sea level;

NOTE 4 The rated efficiency and the efficiency class are based on a rating for altitudes up to 1 000 m above sea level.

- have a locked-rotor current I_l at stand-still and supply with rated voltage and frequency before application of any IEC or agreed tolerance in the range $I_l / I_N \geq 4,5$;
- are designed for a customer load torque during starting not exceeding an envelope with a minimum of 25 % of the rated torque at low speed and a square shape $T \sim n^2$ up to a maximum load torque at full speed of 60 % of the rated torque in case of 2 pole motors or 100 % of the rated torque in case of 4 pole or 6 pole motors, respectively, (see Figure 1), After starting is completed, the load torque of 2 pole motors is increased to 100 % of the rated torque;
- have to accelerate an external moment of inertia as defined by the customer requirements not exceeding the values given in Table 1 considering all start up conditions defined in this document for not more than three consecutive starts from cold condition or two starts from hot condition, respectively;
- are designed for a minimum locked-rotor steady state supply voltage of at least 80 % of the rated voltage during starting.

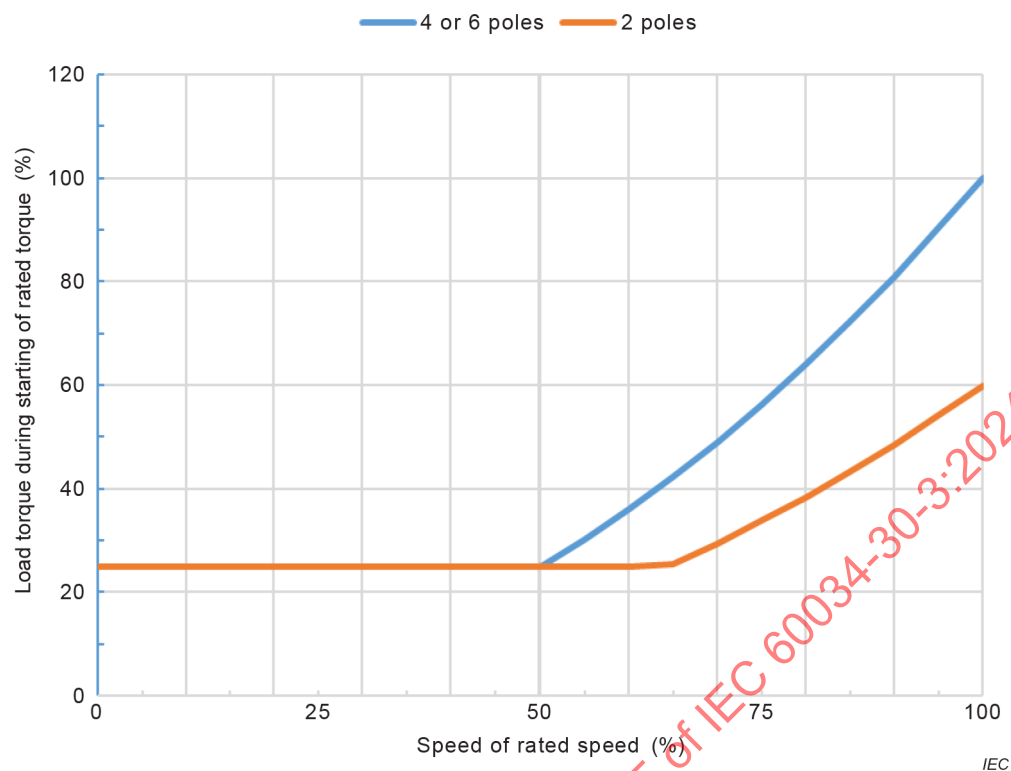


Figure 1 – Envelope of the load torque during starting:
Load torque during starting in % of rated torque over speed in % of rated speed

Table 1 – Maximum external moment of inertia

Number of poles	2		4		6	
Frequency Hz	50	60	50	60	50	60
Rated output kW	Moment of inertia J kg m ²					
200	25	15	115	75	310	200
220	25	15	120	80	330	210
250	25	15	130	85	360	230
280	30	20	140	90	400	250
315	30	20	150	100	440	270
355	35	20	170	110	480	300
400	35	25	190	120	530	330
450	40	25	210	130	580	360
500	45	30	230	140	640	400
560	50	30	250	150	700	440
630	55	35	280	170	780	490
710	60	35	310	190	870	550
800	65	40	340	210	970	610
900	70	45	380	230	1 100	680
1 000	80	50	420	260	1 200	750
1 120	90	55	460	290	1 300	830
1 250	100	60	510	320	1 450	920
1 400	110	65	570	360	1 650	1 000
1 600	120	70	640	400	1 850	1 150
1 800	130	80	720	440	2 050	1 300
2 000	150	90	800	490	2 300	1 450
NOTE 1 The values of the moment of inertia given are in terms of mr^2 where m is the mass and r is the mean radius of gyration.						
NOTE 2 Moment of inertia is defined in ISO 3: 1973, 3.7.						
NOTE 3 If necessary, linear interpolation is permitted between two adjacent values.						

Excluded are:

- Motors with mechanical commutators or slip-rings;
- Motors with 8 or more poles;
- Multi-speed motors;
- Motors with customer starting torque requirements exceeding the load torque envelope above, and motors exceeding the maximum external inertia defined in Table 1;
- Motors designed specifically for operation fed by a power electronic frequency converter with a temperature rise within the specified insulation thermal class or thermal class;
- Motors completely integrated with the driven machine (for example pumps, fans and compressors). This means that the motor cannot be designed in such a way as to enable the motor to be separated from the driven unit, i.e. it is not possible to operate the separated motor without the driven unit;
- Submersible motors specifically designed to operate wholly immersed in a liquid;

- Smoke extraction motors;
- Motors dedicated to operate in explosive atmospheres;
- Motors for operation in nuclear plants, especially nuclear power plants.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60034-1:2022, *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 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 411: Rotating machinery*

IEC 60050-411:1996/AMD1:2007

IEC 60050-411:1996/AMD2:2021

3 Terms, definitions and symbols

For the purposes of this document, the terms and definitions in IEC 60050-411, IEC 60034-1, and the following apply.

NOTE 1 For definitions concerning cooling and coolants, other than those in 3.17 to 3.22, see IEC 60034-6.

NOTE 2 For the purposes of this document, the term 'agreement' means 'agreement between the manufacturer and purchaser'.

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1 Terms and definitions

3.1.1

reference efficiency

efficiency value required to meet a certain efficiency class according to the efficiency tables in this document before technology factors for voltage, cooling or starting conditions are applied

3.1.2

nominal efficiency

efficiency value that a motor's assigned rated efficiency must meet or exceed at rated operation for a certain efficiency class, considering starting requirements and motor technology

3.1.3

rated efficiency

efficiency value assigned by the manufacturer to the motor for operation at rated conditions before the application of any IEC or agreed tolerance

3.1.4**average motor torque**

mean value of the steady-state torque at the motor shaft between stand-still and no-load operation when supplied with rated voltage and frequency

3.1.5**load torque**

speed-dependent torque requirement of the driven equipment at the motor shaft during start-up of the motor between stand-still and full speed

3.2 Symbols

I_l	is the locked-rotor current at rated voltage before application of any IEC or agreed tolerance
I_N	is the rated current
T_{av}	is the average motor torque as defined in 3.1.4
T_N	is the rated torque
P_N	is the rated power
$2p$	is the number of poles
U_N	is the rated voltage
η_n	is the nominal efficiency
η_r	is the reference efficiency
η_N	is the rated efficiency

4 Efficiency classification**4.1 Determination****4.1.1 General**

For assigning an efficiency class, efficiency and losses of AC motors within the scope shall be tested according to IEC 60034-2-1 using method 2-1-1B or method 2-1-1C from this document.

4.1.2 Auxiliary devices

Some electric motors covered by this document may be equipped with auxiliary devices such as shaft seals, 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.

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

Some types of motors (like pump motors and others) are equipped with shaft seals to prevent ingress of oil or water into the motor. External seals may 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 the 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.

4.2 Efficiency rating – General procedure

A motor's rated efficiency η_N is determined from the losses at rated operation obtained by measurement according to IEC 60034-2-1.

The reference efficiency η_r (i.e. not considering starting conditions and motor technology) for a certain IE class depends on the rated power P_N , the number of poles $2p$ and the rated frequency f_N . It is given in Table 2 to Table 7.

IE4 levels of efficiency are added for future consideration and might be unachievable for some power ratings.

Table 2 – Reference efficiency values η_r for $2p = 2$, $f_N = 50$ Hz

IE-class $2p = 2$ P_N in kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	90,65 %	91,79 %	92,79 %	93,67 %
220	90,91 %	92,03 %	93,00 %	93,86 %
250	91,18 %	92,27 %	93,22 %	94,06 %
280	91,46 %	92,52 %	93,44 %	94,26 %
315	91,79 %	92,81 %	93,70 %	94,49 %
355	92,12 %	93,11 %	93,97 %	94,73 %
400	92,39 %	93,36 %	94,20 %	94,93 %
450	92,67 %	93,60 %	94,42 %	95,13 %
500	92,94 %	93,85 %	94,64 %	95,32 %
560	93,22 %	94,09 %	94,86 %	95,52 %
630	93,49 %	94,34 %	95,08 %	95,72 %
710	93,71 %	94,53 %	95,25 %	95,88 %
800	93,92 %	94,73 %	95,43 %	96,04 %
900	94,08 %	94,87 %	95,56 %	96,16 %
1 000	94,23 %	95,00 %	95,68 %	96,26 %
1 120	94,41 %	95,17 %	95,83 %	96,40 %
1 250	94,59 %	95,33 %	95,97 %	96,53 %
1 400	94,76 %	95,48 %	96,11 %	96,65 %
1 600	94,95 %	95,64 %	96,25 %	96,78 %
1 800	95,08 %	95,77 %	96,36 %	96,88 %
2 000	95,22 %	95,89 %	96,47 %	96,98 %

Table 3 – Reference efficiency values η_r for $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz

IE-class $2p = 4$ P_N in kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	90,88 %	92,00 %	92,97 %	93,83 %
220	91,14 %	92,23 %	93,18 %	94,02 %
250	91,41 %	92,47 %	93,39 %	94,21 %
280	91,68 %	92,71 %	93,61 %	94,40 %
315	92,00 %	93,00 %	93,87 %	94,63 %
355	92,32 %	93,29 %	94,13 %	94,87 %
400	92,59 %	93,53 %	94,35 %	95,06 %
450	92,86 %	93,77 %	94,57 %	95,26 %
500	93,13 %	94,01 %	94,77 %	95,44 %
560	93,40 %	94,25 %	94,99 %	95,64 %
630	93,67 %	94,49 %	95,21 %	95,84 %
710	93,88 %	94,68 %	95,38 %	95,99 %
800	94,09 %	94,87 %	95,55 %	96,15 %
900	94,24 %	95,01 %	95,68 %	96,26 %
1 000	94,39 %	95,14 %	95,80 %	96,37 %
1 120	94,57 %	95,31 %	95,95 %	96,51 %
1 250	94,74 %	95,46 %	96,08 %	96,63 %
1 400	94,91 %	95,61 %	96,22 %	96,75 %
1 600	95,09 %	95,77 %	96,36 %	96,88 %
1 800	95,22 %	95,89 %	96,47 %	96,98 %
2 000	95,36 %	96,01 %	96,58 %	97,07 %

Table 4 – Reference efficiency values η_r for $2p = 6$, $f_N = 50$ Hz

IE-class $2p = 6$ P_N in kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	90,57 %	91,72 %	92,73 %	93,62 %
220	90,83 %	91,96 %	92,94 %	93,81 %
250	91,11 %	92,21 %	93,16 %	94,01 %
280	91,38 %	92,45 %	93,38 %	94,21 %
315	91,72 %	92,75 %	93,65 %	94,45 %
355	92,05 %	93,05 %	93,92 %	94,68 %
400	92,33 %	93,30 %	94,15 %	94,88 %
450	92,60 %	93,54 %	94,37 %	95,09 %
500	92,88 %	93,79 %	94,59 %	95,28 %
560	93,16 %	94,04 %	94,81 %	95,48 %
630	93,43 %	94,29 %	95,03 %	95,68 %
710	93,65 %	94,48 %	95,21 %	95,84 %
800	93,87 %	94,68 %	95,38 %	96,00 %
900	94,03 %	94,82 %	95,51 %	96,12 %
1 000	94,17 %	94,95 %	95,63 %	96,23 %
1 120	94,36 %	95,13 %	95,79 %	96,37 %
1 250	94,54 %	95,28 %	95,93 %	96,49 %
1 400	94,70 %	95,44 %	96,07 %	96,62 %
1 600	94,90 %	95,60 %	96,22 %	96,75 %
1 800	95,04 %	95,73 %	96,33 %	96,85 %
2 000	95,18 %	95,85 %	96,44 %	96,95 %

Table 5 – Reference efficiency values η_r for $2p = 2$, $f_N = 60$ Hz

IE-class $2p = 2$ P_N in kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	90,73 %	91,90 %	92,93 %	93,83 %
220	90,96 %	92,10 %	93,11 %	93,99 %
250	91,18 %	92,30 %	93,28 %	94,14 %
280	91,41 %	92,50 %	93,46 %	94,30 %
315	91,64 %	92,70 %	93,63 %	94,45 %
355	91,98 %	93,00 %	93,90 %	94,68 %
400	92,32 %	93,30 %	94,16 %	94,91 %
450	92,61 %	93,55 %	94,38 %	95,10 %
500	92,89 %	93,80 %	94,60 %	95,29 %
560	93,18 %	94,05 %	94,81 %	95,48 %
630	93,40 %	94,25 %	94,99 %	95,64 %
710	93,63 %	94,45 %	95,16 %	95,79 %
800	93,80 %	94,60 %	95,30 %	95,90 %
900	93,92 %	94,70 %	95,38 %	95,98 %
1 000	93,98 %	94,75 %	95,43 %	96,02 %
1 120	94,01 %	94,78 %	95,45 %	96,04 %
1 250	94,04 %	94,81 %	95,48 %	96,06 %
1 400	94,08 %	94,84 %	95,50 %	96,08 %
1 600	94,10 %	94,86 %	95,52 %	96,10 %
1 800	94,12 %	94,88 %	95,54 %	96,11 %
2 000	94,15 %	94,90 %	95,56 %	96,13 %

Table 6 – Reference efficiency values η_r for $2p = 4$, $f_N = 60$ Hz

IE-class $2p = 4$ P_N in kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	91,52 %	92,60 %	93,54 %	94,37 %
220	91,64 %	92,70 %	93,63 %	94,45 %
250	91,75 %	92,80 %	93,72 %	94,53 %
280	91,87 %	92,90 %	93,81 %	94,60 %
315	92,04 %	93,05 %	93,94 %	94,72 %
355	92,21 %	93,20 %	94,07 %	94,83 %
400	92,38 %	93,35 %	94,20 %	94,95 %
450	92,55 %	93,50 %	94,33 %	95,06 %
500	92,72 %	93,65 %	94,47 %	95,18 %
560	92,95 %	93,85 %	94,64 %	95,33 %
630	93,12 %	94,00 %	94,77 %	95,44 %
710	93,23 %	94,10 %	94,86 %	95,52 %
800	93,35 %	94,20 %	94,95 %	95,60 %
900	93,40 %	94,25 %	94,99 %	95,64 %
1 000	93,44 %	94,28 %	95,02 %	95,66 %
1 120	93,46 %	94,30 %	95,03 %	95,67 %
1 250	93,48 %	94,32 %	95,05 %	95,69 %
1 400	93,51 %	94,34 %	95,07 %	95,70 %
1 600	93,53 %	94,36 %	95,09 %	95,72 %
1 800	93,55 %	94,38 %	95,10 %	95,73 %
2 000	93,58 %	94,40 %	95,12 %	95,75 %

Table 7 – Reference efficiency values η_r for $2p = 6$, $f_N = 60$ Hz

IE-class $2p = 6$ P_N in kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	91,30 %	92,40 %	93,37 %	94,22 %
220	91,41 %	92,50 %	93,46 %	94,30 %
250	91,53 %	92,61 %	93,55 %	94,38 %
280	91,65 %	92,71 %	93,64 %	94,46 %
315	91,82 %	92,86 %	93,77 %	94,57 %
355	92,00 %	93,02 %	93,91 %	94,69 %
400	92,17 %	93,17 %	94,04 %	94,81 %
450	92,35 %	93,32 %	94,18 %	94,93 %
500	92,52 %	93,48 %	94,31 %	95,05 %
560	92,76 %	93,68 %	94,49 %	95,20 %
630	92,93 %	93,84 %	94,63 %	95,32 %
710	93,05 %	93,94 %	94,72 %	95,40 %
800	93,17 %	94,04 %	94,81 %	95,48 %
900	93,22 %	94,09 %	94,85 %	95,52 %
1 000	93,26 %	94,12 %	94,88 %	95,54 %
1 120	93,28 %	94,14 %	94,90 %	95,55 %
1 250	93,31 %	94,16 %	94,92 %	95,57 %
1 400	93,33 %	94,19 %	94,93 %	95,59 %
1 600	93,35 %	94,21 %	94,95 %	95,60 %
1 800	93,38 %	94,23 %	94,97 %	95,62 %
2 000	93,40 %	94,25 %	94,99 %	95,63 %

In case the rated power of a motor does not meet one of the values in these tables, the reference efficiency shall be determined as follows:

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

The nominal efficiency η_n , which a motor's rated efficiency shall achieve or exceed in order to assign a certain IE class, considers the motor technology, i. e. the motor's rated voltage, the method of cooling, and the starting conditions. It is calculated by

$$\eta_n = \frac{c_u \cdot c_c}{1 + c_s \cdot \left(\frac{1}{\eta_r} - 1 \right)}$$

where

c_u is the technology factor for rated voltage, to be taken from Table 8,

c_c is the technology factor for method of cooling, to be taken from Table 9,

c_s is the technology factor for starting conditions, to be taken from Table 10.

The nominal efficiency shall be rounded to three digits, e.g. 0,953 or 95,3 %.

NOTE 1 For information about standardized nameplate efficiency values in some countries, see Annex A.

NOTE 2 For an application example, see Annex C.

Variations in materials, manufacturing processes and in testing result in motor-to-motor efficiency variations for a given motor design. Therefore, the test efficiency of any individual motor shall not be less than the assigned rated efficiency minus the tolerance in accordance with Clause 12 of IEC 60034-1:2022. This statement does not imply that every individual motor has to be tested.

Table 8 – Technology factor c_u for rated voltage U_N

	$U_N < 3,0 \text{ kV}$	$3,0 \text{ kV} \leq U_N < 5,0 \text{ kV}$	$5,0 \text{ kV} \leq U_N < 7,0 \text{ kV}$	$7,0 \text{ kV} \leq U_N < 10,5 \text{ kV}$	$10,5 \text{ kV} \leq U_N \leq 11,0 \text{ kV}$
c_u	1,003	1,000	0,995	0,992	0,985

Table 9 – Technology factor c_c for method of cooling (IC class)

	IC01, IC84W	IC411	IC511, IC611
c_c	0,996	1,000	0,990

Table 10 – Technology factor c_s for starting conditions for motors within the scope of this document

I_l / I_N	c_s
$4,5 \leq I_l / I_N \leq 5,0$	1,10
$5,0 < I_l / I_N \leq 5,5$	1,05
$5,5 < I_l / I_N \leq 6,5$	1,00
$6,5 < I_l / I_N$	0,95

The technology factor for starting conditions c_s considers that, for motors within the scope of this standard, the main restriction for DOL starting that is related to the grid is the locked-rotor current I_l . The locked-rotor current is defined as the motor's current at stand-still and supply with rated voltage and frequency as assigned by the manufacturer in the data sheet before application of any IEC or agreed tolerance.

NOTE 3 Annex B proposes Table B.1 for determining the technology factor for starting conditions for motors outside the scope of this document for future consideration.

5 Required documentation

The IE code of the efficiency class and the rated efficiency shall be durably marked on the rating plate, e.g. IE2 95,4 %, as well as the rated voltage, the method of cooling, and the locked-rotor current or the locked-rotor apparent power.

Some motors have rated efficiencies below IE1. No marking of these motors shall be required.

The motor documentation should contain the steady-state torque-speed and current-speed curves of the motor as calculated by the manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-30-3:2024

Annex A

(informative)

Standardized nameplate efficiency values

For motors designed per NEMA MG 1, only the efficiency values in Table A.1 are allowed to appear on the rating plate, based on regulations by the US Department of Energy. The purpose of Table A.1 is to limit the number of efficiency steps that can be documented on the nameplate in order to ensure that there is a significant measurable difference between various efficiency claims. Thus, claims are significant with regard to testing accuracy and manufacturing variation.

Table A.1 – Standardized nameplate efficiency levels

99,0	98,4	97,1	95,0	91,7
98,9	98,2	96,8	94,5	91,0
98,8	98,0	96,5	94,1	90,2
98,7	97,8	96,2	93,6	89,5
98,6	97,6	95,8	93,0	
98,5	97,4	95,4	92,4	

Annex B (informative)

Proposal for technology factor for starting conditions for high voltage cage induction motors outside the scope of this document

The main idea of the proposal in this annex is using, besides the locked-rotor current, only the average value of the motor torque between stand-still and no-load operation at rated voltage as criterion for considering the influence of different starting conditions such load inertia, load torque curve or minimum supply voltage during starting, thus allowing to compare the nominal efficiency of motors for different starting conditions.

For high voltage cage induction motors outside the scope of this document, it is proposed to take the technology factor for starting conditions from Table B.1.

Table B.1 – Technology factor c_s for starting conditions for high voltage cage induction motors outside the scope of this document

I_l / I_N \ T_{av} / T_N	$T_{av} / T_N \leq 0,7$	$0,7 < T_{av} / T_N \leq 1,0$	$1,0 < T_{av} / T_N \leq 1,3$	$1,3 < T_{av} / T_N$
$I_l / I_N \leq 3,5$	1,15	1,15	1,15	1,15
$3,5 < I_l / I_N \leq 4,0$	1,10	1,15	1,15	1,15
$4,0 < I_l / I_N \leq 4,5$	1,05	1,10	1,15	1,15
$4,5 < I_l / I_N \leq 5,0$	1,00	1,05	1,10	1,15
$5,0 < I_l / I_N \leq 5,5$	0,95	1,00	1,05	1,10
$5,5 < I_l / I_N \leq 6,0$	0,90	0,95	1,00	1,05
$6,0 < I_l / I_N \leq 6,5$	0,85	0,90	0,95	1,00
$6,5 < I_l / I_N \leq 7,0$	0,80	0,85	0,90	0,95
$7,0 < I_l / I_N$	0,75	0,80	0,85	0,90

The technology factor for starting conditions c_s considers that, in case of high voltage cage induction motors outside the scope of this document, the main restrictions for DOL starting are

- the locked-rotor current I_l at rated voltage, and
- the minimum supply voltage during starting, the external inertia, and the load torque and its dependency on the speed, which define the required torque speed curve of the motor and thus the average motor torque T_{av} as defined in 3.1.4.

The locked-rotor current is defined as current at stand-still and supply with rated voltage and frequency before application of any IEC or agreed tolerance.

The average motor torque is calculated from the torque-speed curve as provided by the motor manufacturer and supplied with the documentation. The characteristic points of the provided torque-speed curve, i.e. locked-rotor torque, pull-up torque, and breakdown torque, are subject to the tolerances as defined in Clause 12 of IEC 60034-1:2022. A validation of this curve by measurement is not required.

Annex C (informative)

Example for determining the nominal efficiency

In case of an example motor with

- number of poles: 4
- rated power: 850 kW
- rated voltage: 6 000 V
- rated frequency: 50 Hz
- locked-rotor current: $6,7 \times$ rated current
- method of cooling: IC 81W,

the nominal efficiency values for the different IE classes are determined in the following steps:

- a) Reference efficiency values to be taken from the 900 kW line of Table 3 (4 poles, 50 Hz), i.e. 94,24 % for IE1, 95,01 % for IE2, 95,68 % for IE3, and 96,26 % for IE4.
- b) Technology factor for rated voltage to be taken from Table 8, i.e. $c_u = 0,995$.
- c) Technology factor for method of cooling to be taken from Table 9, i.e. $c_c = 0,996$.
- d) Technology factor for starting conditions to be taken from Table 10, i.e. $c_s = 0,95$.
- e) Nominal efficiency values to be calculated using the core formula, i.e. in case of IE3:

$$\eta_n = \frac{0,995 \cdot 0,996}{1 + 0,95 \cdot \left(\frac{1}{0,9568} - 1 \right)} = 0,9503 = 95,0 \%$$

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

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

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-30-3:2024

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-30-3:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	25
INTRODUCTION.....	27
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	31
3 Termes, définitions et symboles	31
3.1 Termes et définitions	31
3.2 Symboles	32
4 Classification du rendement.....	32
4.1 Détermination	32
4.1.1 Généralités	32
4.1.2 Dispositifs auxiliaires	32
4.2 Caractéristiques assignées de rendement – Procédure générale	33
5 Documentation exigée	41
Annexe A (informative) Valeurs de rendement nominal normalisées.....	42
Annexe B (informative) Proposition concernant le facteur de technologie pour les conditions de démarrage des moteurs à induction à cage à haute tension hors du domaine d'application du présent document.....	43
Annexe C (informative) Exemple de détermination du rendement nominal	44
Bibliographie.....	45
Figure 1 – Enveloppe du couple de la charge au démarrage: Couple de la charge au démarrage en % du couple assigné en fonction de la vitesse en % de la vitesse assignée	29
Tableau 1 – Moment d'inertie externe maximal	30
Tableau 2 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 2$, $f_N = 50$ Hz	34
Tableau 3 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz	35
Tableau 4 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 6$, $f_N = 50$ Hz	36
Tableau 5 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 2$, $f_N = 60$ Hz	37
Tableau 6 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 4$, $f_N = 60$ Hz	38
Tableau 7 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 6$, $f_N = 60$ Hz	39
Tableau 8 – Facteur de technologie c_U pour la tension assignée U_N	40
Tableau 9 – Facteur de technologie c_C pour le mode de refroidissement (classe IC)	40
Tableau 10 – Facteur de technologie c_S pour les conditions de démarrage des moteurs compris dans le domaine d'application du présent document	40
Tableau A.1 – Niveaux de rendement nominal normalisés	42
Tableau B.1 – Facteur de technologie c_S pour les conditions de démarrage des moteurs à induction à cage à haute tension hors du domaine d'application du présent document.....	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

**Partie 30-3: Classes de rendement des moteurs
à courant alternatif à haute tension (code IE)**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il est rappelé aux responsables de cette mise en œuvre qu'il ne s'agit peut-être pas des informations les plus récentes, qui peuvent être obtenues dans la base de données disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'IEC 60034-30-3 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
2/2131/CDV	2/2160/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60034, publiées sous le titre général *Machines électriques tournantes*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Le présent document prévoit l'harmonisation globale des classes de rendement énergétique des moteurs triphasés à induction à cage dont la tension assignée est supérieure à 1 000 V, qui sont assignés pour démarrer directement sur réseau et fonctionner à vitesse fixe sur une alimentation de 50 Hz ou 60 Hz avec une tension sinusoïdale.

Pour ces moteurs, les contraintes de l'alimentation électrique et du matériel entraîné régissent, dans de nombreux cas, la conception de la machine électrique. En raison des grandes dimensions et de la puissance des moteurs à haute tension (HT), ces contraintes sont plus complexes que celles des moteurs à basse tension et imposent souvent des limites de conception. Inversement, les propriétés de la machine électrique elle-même influent considérablement sur le réseau, dans de nombreux cas.

Pour assurer une applicabilité aisée du présent document, le domaine d'application est limité aux applications les plus pertinentes, c'est-à-dire les moteurs qui entraînent la grande majorité des pompes, ventilateurs ou compresseurs, ce qui couvre approximativement 80 % à 90 % de toutes les applications. Les moteurs pour des applications particulières, par exemple pour l'accélération d'une inertie de la charge très élevée, pour une tension d'alimentation très basse au démarrage, pour un courant à rotor bloqué très faible ou pour l'accélération en fonction d'un couple de la charge élevé, sont par conséquent hors du domaine d'application du présent document.

En dépit de cela, la technologie du moteur, à savoir

- la tension assignée,
- le mode de refroidissement,
- le courant à rotor bloqué,

a une influence considérable sur le rendement atteignable du moteur ainsi que sur la fréquence assignée, la puissance assignée et le nombre de pôles, et est prise en compte lors de la spécification de la classe de rendement.

NOTE Lors de la spécification ou de la conception d'un entraînement électrique de puissance, les moteurs à basse tension ont généralement un rendement supérieur aux moteurs à haute tension pour une même puissance assignée. Toutefois, compte tenu des pertes du système complet, c'est-à-dire en incluant les pertes dans les câblages et transformateurs, une solution à haute tension peut s'avérer avantageuse.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 30-3: Classes de rendement des moteurs à courant alternatif à haute tension (code IE)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 spécifie les classes de rendement pour les moteurs triphasés à induction à cage à haute tension et à vitesse fixe conformément à l'IEC 60034-1, qui

- ont une tension assignée supérieure à 1 000 V, mais qui ne dépasse pas 11 kV;
- ont une puissance assignée comprise entre 200 kW et 2 000 kW;

NOTE 1 Les moteurs dont la puissance assignée est supérieure à 2 000 kW sont produits en très faibles quantités et conçus et produits dans l'objectif d'obtenir un rendement optimal dans tous les cas, même en satisfaisant à des exigences particulières toujours plus nombreuses, aussi l'affectation de classes de rendement constituerait un effort supplémentaire ne permettant pas une économie d'énergie quantifiable.

- possèdent deux, quatre ou six pôles;
- sont assignés pour un fonctionnement sur le réseau à une seule vitesse;
- sont prévus pour un démarrage direct sur réseau à tension assignée ou à tension réduite et fréquence assignée;
- sont construits pour tout degré de protection;
- sont conçus pour les modes de refroidissement IC411, IC511, IC611, IC01 ou IC81W;
- sont capables de fonctionner en continu à leur point de fonctionnement assigné (couple/puissance, vitesse) avec un échauffement compris dans les limites de la classe de température d'isolation spécifiée;

NOTE 2 La plupart des moteurs couverts par le présent document sont assignés pour le type de service S1 (service continu). Cependant, certains moteurs assignés pour d'autres cycles de service sont encore capables de fonctionner en continu à leur puissance assignée et sont également couverts.

- sont assignés pour toute température ambiante ou température du fluide de refroidissement comprise entre -20 °C et $+60\text{ °C}$;

NOTE 3 Les moteurs assignés pour des températures hors de la plage de -20 °C à $+60\text{ °C}$ sont considérés comme ayant une construction particulière et sont par conséquent exclus du présent document.

- sont assignés pour une altitude de fonctionnement jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer;

NOTE 4 Le rendement assigné et la classe de rendement sont fondés sur des caractéristiques assignées pour des altitudes jusqu'à 1 000 m au-dessus du niveau de la mer.

- ont un courant à rotor bloqué I_1 à l'arrêt et avec une alimentation de tension et de fréquence assignées avant application de toute tolérance IEC ou fixée par accord dans la plage $I_1 / I_N \geq 4,5$;
- sont conçus pour un couple de la charge du client au démarrage qui ne dépasse pas une enveloppe avec un minimum de 25 % du couple assigné à basse vitesse et une forme carrée $T \sim n^2$ jusqu'à un couple de la charge maximal à pleine vitesse de 60 % du couple assigné dans le cas de moteurs à 2 pôles ou de 100 % du couple assigné dans le cas de moteurs à 4 pôles ou à 6 pôles, respectivement (voir Figure 1). Au terme du démarrage, le couple de la charge des moteurs à 2 pôles est porté à 100 % du couple assigné;
- doivent accélérer un moment d'inertie externe défini par les exigences du client qui ne dépasse pas les valeurs données dans le Tableau 1, en prenant en compte toutes les conditions de démarrage définies dans le présent document, pour au maximum trois démarrages consécutifs à froid ou deux démarrages à chaud, respectivement;

- sont conçus pour une tension d'alimentation minimale du rotor bloqué en régime établi d'au moins 80 % de la tension assignée au démarrage.

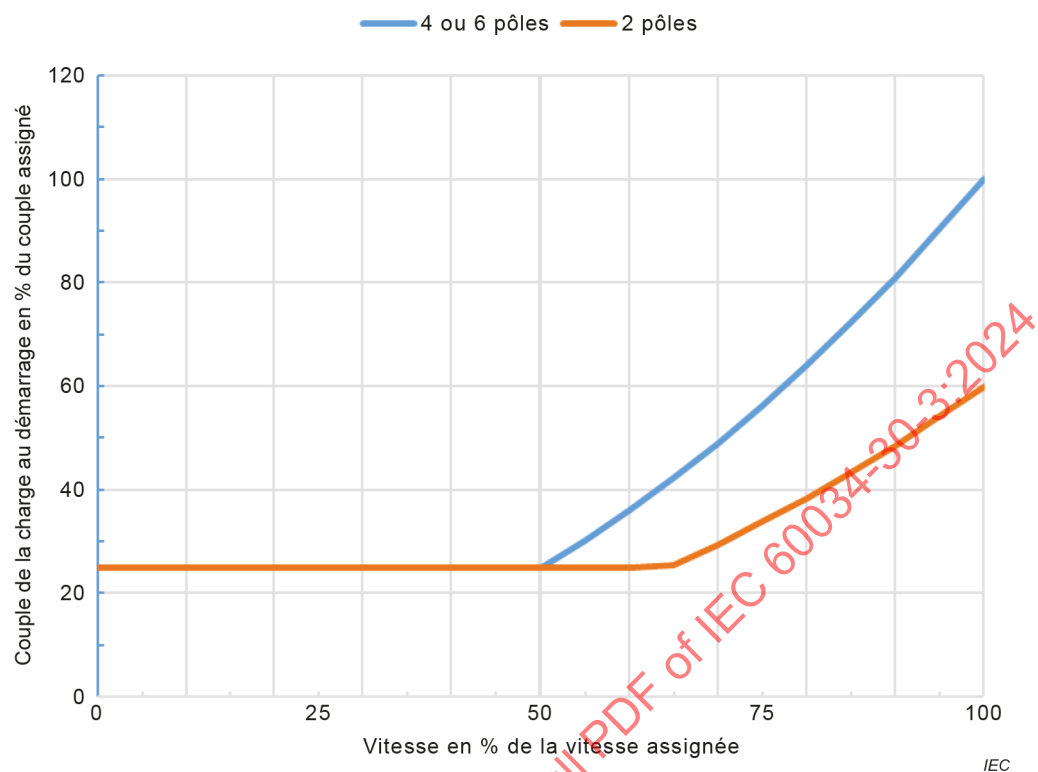


Figure 1 – Enveloppe du couple de la charge au démarrage:
Couple de la charge au démarrage en % du couple assigné
en fonction de la vitesse en % de la vitesse assignée

Tableau 1 – Moment d'inertie externe maximal

Nombre de pôles	2		4		6	
Fréquence Hz	50	60	50	60	50	60
Puissance assignée kW	Moment d'inertie J kg m ²					
200	25	15	115	75	310	200
220	25	15	120	80	330	210
250	25	15	130	85	360	230
280	30	20	140	90	400	250
315	30	20	150	100	440	270
355	35	20	170	110	480	300
400	35	25	190	120	530	330
450	40	25	210	130	580	360
500	45	30	230	140	640	400
560	50	30	250	150	700	440
630	55	35	280	170	780	490
710	60	35	310	190	870	550
800	65	40	340	210	970	610
900	70	45	380	230	1 100	680
1 000	80	50	420	260	1 200	750
1 120	90	55	460	290	1 300	830
1 250	100	60	510	320	1 450	920
1 400	110	65	570	360	1 650	1 000
1 600	120	70	640	400	1 850	1 150
1 800	130	80	720	440	2 050	1 300
2 000	150	90	800	490	2 300	1 450

NOTE 1 Les valeurs du moment d'inertie sont exprimées en mr^2 , où m est la masse et r le rayon moyen de giration.

NOTE 2 Le moment d'inertie est défini dans l'ISO 3: 1973, 3.7.

NOTE 3 Si nécessaire, l'interpolation linéaire est admise entre deux valeurs adjacentes.

Sont exclus:

- les moteurs avec commutateurs mécaniques ou bagues;
- les moteurs avec 8 pôles ou plus;
- les moteurs à plusieurs vitesses;
- les moteurs pour lesquels les exigences de couple de démarrage du client dépassent l'enveloppe de couple de la charge ci-dessus, et les moteurs qui dépassent l'inertie externe maximale définie dans le Tableau 1;
- les moteurs conçus spécifiquement pour fonctionner en étant alimentés par un convertisseur de fréquence électronique dont l'échauffement se situe dans la classe thermique ou la classe thermique d'isolation spécifiée;
- les moteurs entièrement intégrés à la machine entraînée (par exemple, pompes, ventilateurs et compresseurs). Cela signifie que le moteur ne peut pas être conçu de façon à permettre sa séparation de l'unité entraînée, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible de faire fonctionner le moteur séparément de l'unité entraînée;

- les moteurs submersibles conçus spécifiquement pour fonctionner entièrement immergés dans un liquide;
- les moteurs de désenfumage;
- les moteurs prévus pour fonctionner dans des atmosphères explosives;
- les moteurs prévus pour fonctionner dans des centrales nucléaires, en particulier des centrales nucléaires de puissance.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60034-1:2022, *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 60050-411:1996, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 411: Machines tournantes*

IEC 60050-411:1996/AMD1:2007

IEC 60050-411:1996/AMD2:2021

3 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-411, l'IEC 60034-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE 1 Pour des définitions autres que celles du 3.17 au 3.22 concernant les modes et les fluides de refroidissement, voir l'IEC 60034-6.

NOTE 2 Pour les besoins du présent document, le terme "accord" signifie "accord entre le fabricant et l'acheteur".

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions

3.1.1

rendement de référence

valeur de rendement exigée pour satisfaire à une classe de rendement donnée conformément aux tableaux de rendement du présent document avant l'application des facteurs de technologie pour la tension, le refroidissement ou les conditions de démarrage

3.1.2

rendement nominal

valeur de rendement que le rendement assigné d'un moteur doit atteindre ou dépasser en fonctionnement assigné pour une classe de rendement donnée, en prenant en compte les exigences relatives au démarrage et la technologie du moteur

3.1.3

rendement assigné

valeur de rendement assignée par le fabricant au moteur pour un fonctionnement dans les conditions assignées avant l'application de toute tolérance IEC ou fixée par accord

3.1.4

couple moyen du moteur

valeur moyenne du couple en régime établi à l'arbre du moteur entre l'arrêt et le fonctionnement à vide lorsqu'il est alimenté à une tension et une fréquence assignées

3.1.5

couple de la charge

exigence du couple qui dépend de la vitesse du matériel entraîné à l'arbre du moteur au démarrage du moteur entre l'arrêt et la pleine vitesse

3.2 Symboles

I_l est le courant à rotor bloqué à la tension assignée avant application de toute tolérance IEC ou fixée par accord

I_N est le courant assigné

T_{av} est le couple moyen du moteur défini en 3.1.4

T_N est le couple assigné

P_N est la puissance assignée

$2p$ est le nombre de pôles

U_N est la tension assignée

η_n est le rendement nominal

η_r est le rendement de référence

η_N est le rendement assigné

4 Classification du rendement

4.1 Détermination

4.1.1 Généralités

Pour l'assignation d'une classe de rendement, le rendement et les pertes des moteurs à courant alternatif compris dans le domaine d'application doivent être soumis à l'essai conformément à l'IEC 60034-2-1, selon la méthode 2-1-1B ou la méthode 2-1-1C du présent document.

4.1.2 Dispositifs auxiliaires

Certains moteurs électriques couverts par le présent document peuvent être équipés de dispositifs auxiliaires tels que des joints d'arbre, des freins mécaniques, des dispositifs antiretours et des paliers unidirectionnels, des capteurs de vitesse, des génératrices tachymétriques dans différentes combinaisons.

Cependant, tant que ces dispositifs auxiliaires ne font pas partie intégrante de la conception du moteur de base, la détermination du rendement dans toutes les combinaisons possibles n'est pas réalisable. Les essais de rendement des moteurs normaux ainsi modifiés doivent être effectués sur des moteurs de base avec le mode de refroidissement d'origine, sans dispositif auxiliaire installé.

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

Certains types de moteurs (tels que les moteurs de pompes et autres) sont équipés de joints d'arbre pour empêcher la pénétration d'huile ou d'eau dans le moteur. Les joints externes peuvent être retirés pour les essais de rendement. Cela s'applique uniquement aux joints qui sont accessibles de l'extérieur, sans démonter le moteur (le démontage du cache du ventilateur et du ventilateur est admis).

Les freins électromécaniques doivent être retirés lors des essais de rendement du moteur. Lorsque la construction du moteur empêche le retrait du frein, la bobine de frein doit être mise sous tension à partir d'une source d'alimentation distincte et la consommation d'énergie de la bobine de frein ne doit pas être prise en compte dans le calcul du rendement du moteur.

4.2 Caractéristiques assignées de rendement – Procédure générale

Le rendement assigné η_N d'un moteur est déterminé à partir des pertes en fonctionnement assigné obtenues par mesurage conformément à l'IEC 60034-2-1.

Le rendement de référence η_r (c'est-à-dire sans tenir compte des conditions de démarrage et de la technologie du moteur) pour une classe IE donnée dépend de la puissance assignée P_N , du nombre de pôles $2p$ et de la fréquence assignée f_N . Il est indiqué du Tableau 2 au Tableau 7.

Les niveaux de rendement IE4 sont ajoutés pour une prise en compte ultérieure et peuvent ne pas être atteignables pour certaines puissances assignées.

Tableau 2 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 2$, $f_N = 50$ Hz

Classe IE $2p = 2$ P_N en kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	90,65 %	91,79 %	92,79 %	93,67 %
220	90,91 %	92,03 %	93,00 %	93,86 %
250	91,18 %	92,27 %	93,22 %	94,06 %
280	91,46 %	92,52 %	93,44 %	94,26 %
315	91,79 %	92,81 %	93,70 %	94,49 %
355	92,12 %	93,11 %	93,97 %	94,73 %
400	92,39 %	93,36 %	94,20 %	94,93 %
450	92,67 %	93,60 %	94,42 %	95,13 %
500	92,94 %	93,85 %	94,64 %	95,32 %
560	93,22 %	94,09 %	94,86 %	95,52 %
630	93,49 %	94,34 %	95,08 %	95,72 %
710	93,71 %	94,53 %	95,25 %	95,88 %
800	93,92 %	94,73 %	95,43 %	96,04 %
900	94,08 %	94,87 %	95,56 %	96,16 %
1 000	94,23 %	95,00 %	95,68 %	96,26 %
1 120	94,41 %	95,17 %	95,83 %	96,40 %
1 250	94,59 %	95,33 %	95,97 %	96,53 %
1 400	94,76 %	95,48 %	96,11 %	96,65 %
1 600	94,95 %	95,64 %	96,25 %	96,78 %
1 800	95,08 %	95,77 %	96,36 %	96,88 %
2 000	95,22 %	95,89 %	96,47 %	96,98 %

Tableau 3 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 4$, $f_N = 50$ Hz

Classe IE $2p = 4$ P_N en kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	90,88 %	92,00 %	92,97 %	93,83 %
220	91,14 %	92,23 %	93,18 %	94,02 %
250	91,41 %	92,47 %	93,39 %	94,21 %
280	91,68 %	92,71 %	93,61 %	94,40 %
315	92,00 %	93,00 %	93,87 %	94,63 %
355	92,32 %	93,29 %	94,13 %	94,87 %
400	92,59 %	93,53 %	94,35 %	95,06 %
450	92,86 %	93,77 %	94,57 %	95,26 %
500	93,13 %	94,01 %	94,77 %	95,44 %
560	93,40 %	94,25 %	94,99 %	95,64 %
630	93,67 %	94,49 %	95,21 %	95,84 %
710	93,88 %	94,68 %	95,38 %	95,99 %
800	94,09 %	94,87 %	95,55 %	96,15 %
900	94,24 %	95,01 %	95,68 %	96,26 %
1 000	94,39 %	95,14 %	95,80 %	96,37 %
1 120	94,57 %	95,31 %	95,95 %	96,51 %
1 250	94,74 %	95,46 %	96,08 %	96,63 %
1 400	94,91 %	95,61 %	96,22 %	96,75 %
1 600	95,09 %	95,77 %	96,36 %	96,88 %
1 800	95,22 %	95,89 %	96,47 %	96,98 %
2 000	95,36 %	96,01 %	96,58 %	97,07 %

Tableau 4 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 6$, $f_N = 50$ Hz

Classe IE $2p = 6$ P_N en kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	90,57 %	91,72 %	92,73 %	93,62 %
220	90,83 %	91,96 %	92,94 %	93,81 %
250	91,11 %	92,21 %	93,16 %	94,01 %
280	91,38 %	92,45 %	93,38 %	94,21 %
315	91,72 %	92,75 %	93,65 %	94,45 %
355	92,05 %	93,05 %	93,92 %	94,68 %
400	92,33 %	93,30 %	94,15 %	94,88 %
450	92,60 %	93,54 %	94,37 %	95,09 %
500	92,88 %	93,79 %	94,59 %	95,28 %
560	93,16 %	94,04 %	94,81 %	95,48 %
630	93,43 %	94,29 %	95,03 %	95,68 %
710	93,65 %	94,48 %	95,21 %	95,84 %
800	93,87 %	94,68 %	95,38 %	96,00 %
900	94,03 %	94,82 %	95,51 %	96,12 %
1 000	94,17 %	94,95 %	95,63 %	96,23 %
1 120	94,36 %	95,13 %	95,79 %	96,37 %
1 250	94,54 %	95,28 %	95,93 %	96,49 %
1 400	94,70 %	95,44 %	96,07 %	96,62 %
1 600	94,90 %	95,60 %	96,22 %	96,75 %
1 800	95,04 %	95,73 %	96,33 %	96,85 %
2 000	95,18 %	95,85 %	96,44 %	96,95 %

Tableau 5 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 2$, $f_N = 60$ Hz

Classe IE $2p = 2$ P_N en kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	90,73 %	91,90 %	92,93 %	93,83 %
220	90,96 %	92,10 %	93,11 %	93,99 %
250	91,18 %	92,30 %	93,28 %	94,14 %
280	91,41 %	92,50 %	93,46 %	94,30 %
315	91,64 %	92,70 %	93,63 %	94,45 %
355	91,98 %	93,00 %	93,90 %	94,68 %
400	92,32 %	93,30 %	94,16 %	94,91 %
450	92,61 %	93,55 %	94,38 %	95,10 %
500	92,89 %	93,80 %	94,60 %	95,29 %
560	93,18 %	94,05 %	94,81 %	95,48 %
630	93,40 %	94,25 %	94,99 %	95,64 %
710	93,63 %	94,45 %	95,16 %	95,79 %
800	93,80 %	94,60 %	95,30 %	95,90 %
900	93,92 %	94,70 %	95,38 %	95,98 %
1 000	93,98 %	94,75 %	95,43 %	96,02 %
1 120	94,01 %	94,78 %	95,45 %	96,04 %
1 250	94,04 %	94,81 %	95,48 %	96,06 %
1 400	94,08 %	94,84 %	95,50 %	96,08 %
1 600	94,10 %	94,86 %	95,52 %	96,10 %
1 800	94,12 %	94,88 %	95,54 %	96,11 %
2 000	94,15 %	94,90 %	95,56 %	96,13 %

Tableau 6 – Valeurs de rendement de référence η_r pour $2p = 4$, $f_N = 60$ Hz

Classe IE $2p = 4$ P_N en kW	IE1	IE2	IE3	IE4
200	91,52 %	92,60 %	93,54 %	94,37 %
220	91,64 %	92,70 %	93,63 %	94,45 %
250	91,75 %	92,80 %	93,72 %	94,53 %
280	91,87 %	92,90 %	93,81 %	94,60 %
315	92,04 %	93,05 %	93,94 %	94,72 %
355	92,21 %	93,20 %	94,07 %	94,83 %
400	92,38 %	93,35 %	94,20 %	94,95 %
450	92,55 %	93,50 %	94,33 %	95,06 %
500	92,72 %	93,65 %	94,47 %	95,18 %
560	92,95 %	93,85 %	94,64 %	95,33 %
630	93,12 %	94,00 %	94,77 %	95,44 %
710	93,23 %	94,10 %	94,86 %	95,52 %
800	93,35 %	94,20 %	94,95 %	95,60 %
900	93,40 %	94,25 %	94,99 %	95,64 %
1 000	93,44 %	94,28 %	95,02 %	95,66 %
1 120	93,46 %	94,30 %	95,03 %	95,67 %
1 250	93,48 %	94,32 %	95,05 %	95,69 %
1 400	93,51 %	94,34 %	95,07 %	95,70 %
1 600	93,53 %	94,36 %	95,09 %	95,72 %
1 800	93,55 %	94,38 %	95,10 %	95,73 %
2 000	93,58 %	94,40 %	95,12 %	95,75 %