

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

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

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



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

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

#### IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

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

---

### A propos de l'IEC

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

### A propos des publications IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

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

#### Recherche de publications IEC - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

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



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

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

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-3768-7

**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
1 Scope .....	5
2 Normative references .....	5
3 Terms and definitions .....	5
4 Symbols .....	7
5 Designation .....	7
5.1 General.....	7
5.2 Design N.....	7
5.3 Design NE .....	7
5.4 Designs NY and NEY .....	7
5.5 Design H.....	7
5.6 Design HE .....	8
5.7 Designs HY and HEY .....	8
6 Design N requirements .....	8
6.1 Torque characteristics.....	8
6.2 Locked rotor current and apparent power .....	8
6.3 Starting requirements.....	8
7 Design NE starting requirements .....	9
8 Designs NY and NEY starting requirements .....	9
9 Design H requirements .....	9
9.1 Starting torque .....	9
9.2 Locked rotor current and apparent power .....	9
9.3 Starting requirements.....	9
10 Design HE starting requirements .....	10
11 Designs HY and HEY starting requirements .....	10
Table 1 – Minimum values of torques for design N .....	10
Table 2 – Maximum values of locked rotor apparent power for designs N and H .....	11
Table 3 – Maximum values of locked rotor apparent power for designs NE and HE.....	11
Table 4 – External moment of inertia ( <i>J</i> ).....	12
Table 5 – Minimum values of torques for design H .....	13
Table 6 – Minimum values of torques for design N motors with type of protection 'Ex eb – increased safety' .....	13
Table 7 – External moment of inertia ( <i>J</i> ) for motors with type of protection 'Ex eb – increased safety' .....	14

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**ROTATING ELECTRICAL MACHINES –****Part 12: Starting performance of single-speed  
three-phase cage induction motors**

## FOREWORD

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

International Standard IEC 60034-12 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2002, and its amendment 1, published in 2007. It constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to the previous edition are as follows:

Clause or subclause	Change
1	Part of note 3 moved to the regular text
3	Definition of locked rotor current and of rated voltage added
5	New design letter E for extended efficiency motors, explanation of all design letters, and description of new designs NE, NEY, HE, and HEY
6.2 and 9.2	Limits for locked rotor apparent power for E(Ex)e motors replaced by a reference to IEC 60079-7 Formula added to calculate locked rotor current from apparent power
7 and 10	Definition of new limits for locked rotor apparent power for extended efficiency motors (new table 3)
Tables	Tables 1 and 4 to 7 extended down to $P_N = 120$ W Name of type of protection updated according to IEC 60079-7 Ed. 5

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

CDV	Report on voting
2/1789/CDV	2/1821A/RVC

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 the IEC 60034 series, published under the general title *Rotating electrical machines*, can be found on the IEC website.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

## ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

### Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors

#### 1 Scope

This part of IEC 60034 specifies the parameters for eight designs of starting performance of single-speed three-phase 50 Hz or 60 Hz cage induction motors in accordance with IEC 60034-1 that:

- have a rated voltage up to 1 000 V;
- are intended for direct-on-line or star-delta starting;
- are rated on the basis of duty type S1;
- are constructed to any degree of protection and explosion protection.

This document also applies to dual voltage motors provided that the flux saturation level is the same for both voltages.

The values of torque, apparent power and current given in this document are limiting values (that is, minimum or maximum without tolerance).

NOTE 1 It is not expected that all manufacturers will produce machines for all eight designs. The selection of any specific design in accordance with this document will be a matter of agreement between the manufacturer and the purchaser.

NOTE 2 Designs other than the eight specified may be necessary for particular applications.

NOTE 3 It should be noted that values given in manufacturers' catalogues may include tolerances in accordance with IEC 60034-1.

NOTE 4 The values tabled for locked rotor apparent power are based on r.m.s. symmetrical steady state locked rotor currents; at motor switch on there will be a one-half cycle asymmetrical instantaneous peak current which may range from 1,8 to 2,8 times the steady state locked rotor value. The current peak and decay time are a function of the motor design and switching angle.

#### 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 60034-30-1, *Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line-operated AC motors (IE-code)*

IEC 60079-7:2015, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety "e"*

#### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

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

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

### 3.1 rated torque

$T_N$   
torque the motor develops at its shaft end at rated output and speed

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-48-05]

### 3.2 locked-rotor torque

$T_l$   
smallest measured torque the motor develops at its shaft end with the rotor locked, over all its angular positions, at rated voltage and frequency

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-48-06]

### 3.3 pull-up torque

$T_u$   
smallest steady-state asynchronous torque which the motor develops between zero speed and the speed which corresponds to the breakdown torque, when the motor is supplied at the rated voltage and frequency

Note 1 to entry: This definition does not apply to those motors whose torque continually decreases with increase in speed.

Note 2 to entry: In addition to the steady-state asynchronous torques, harmonic synchronous torques, which are a function of rotor load angle, will be present at specific speeds. At such speeds, the accelerating torque may be negative for some rotor load angles. Experience and calculation show this to be an unstable operating condition and therefore harmonic synchronous torques do not prevent motor acceleration and are excluded from this definition.

### 3.4 breakdown torque

$T_b$   
maximum steady-state asynchronous torque which the motor develops without an abrupt drop in speed, when the motor is supplied at the rated voltage and frequency

Note 1 to entry: This definition does not apply to those motors whose torque continually decreases with increase in speed.

### 3.5 rated output

$P_N$   
value of the output included in the rating

### 3.6 rated voltage

$U_N$   
value of the voltage included in the rating

### 3.7 locked rotor apparent power

$S_l$   
apparent power input with the motor held at rest at rated voltage and frequency

**3.8****locked rotor current** $I_l$ 

steady state current with the motor held at rest at rated voltage and frequency

**4 Symbols**

Symbol	Quantity
$J$	External moment of inertia
$p$	Number of pole pairs
$P_N$	Rated output
$S_l$	Locked rotor apparent power
$T_N$	Rated torque
$T_l$	Locked rotor torque
$T_u$	Pull-up torque
$T_b$	Breakdown torque

**5 Designation****5.1 General**

Motors designed according to this document are classified according to 5.2 to 5.7. The letters used to specify the different designs stand for:

N: normal starting torque

H: high starting torque

Y: star-delta starting

E: motors utilizing extended / higher locked rotor apparent power and current to achieve a higher efficiency class according to IEC 60034-30-1

**5.2 Design N**

Normal starting torque three-phase cage induction motors, intended for direct-on-line starting, having 2, 4, 6 or 8 poles, rated from 0,12 kW to 1 600 kW.

**5.3 Design NE**

Normal starting torque three-phase cage induction motors having higher locked rotor apparent power than design N, intended for direct-on-line starting, having 2, 4, 6 or 8 poles, rated from 0,12 kW to 1 600 kW.

**5.4 Designs NY and NEY**

Motors similar to designs N or NE, respectively, but intended for star-delta starting. For these motors in star-connection, minimum values for  $T_l$  and  $T_u$  are 25 % of the values of design N or NE, respectively, see Table 1.

**5.5 Design H**

High starting torque three-phase cage induction motors with 4, 6 or 8 poles, intended for direct-online starting, rated from 0,12 kW to 160 kW at a frequency of 60 Hz.

## 5.6 Design HE

High starting torque three-phase cage induction motors having higher locked rotor apparent power than design H, with 4, 6 or 8 poles, intended for direct-online starting, rated from 0,12 kW to 160 kW at a frequency of 60 Hz.

## 5.7 Designs HY and HEY

Motors similar to designs H or HE, respectively, but intended for star-delta starting. For these motors in star-connection, minimum values for  $T_l$  and  $T_u$  are 25 % of the values of design H or HE, respectively, see Table 5.

# 6 Design N requirements

## 6.1 Torque characteristics

The starting torque is represented by three characteristic features. These features shall be in accordance with the appropriate values given in Table 1 or Table 6. The values in Table 1 and Table 6 are minimum values at rated voltage. Higher values are allowed.

The motor torque at any speed between zero and that at which breakdown torque occurs shall be not less than 1,3 times the torque obtained from a curve varying as the square of the speed and being equal to rated torque at rated speed. However, for 2-pole motors with type of protection 'Ex eb – increased safety' having a rated output greater than 100 kW, the motor torque at any speed between zero and that at which breakdown torque occurs shall not be less than 1,3 times the torque obtained from a curve varying as the square of the speed and being equal to 70 % rated torque at rated speed. For motors with type of protection 'Ex eb', the three characteristic torques shall be in accordance with the appropriate values given in Table 6.

NOTE The factor 1,3 has been chosen with regard to an undervoltage of 10 % in relation to the rated voltage at the motor terminals during the acceleration period.

## 6.2 Locked rotor current and apparent power

The locked rotor apparent power shall be not greater than the appropriate value given in Table 2. The values given in Table 2 are independent of the number of poles and are maximum values at rated voltage. For motors with type of protection 'e', locked rotor apparent power shall be in accordance with the appropriate values specified in IEC 60079-7.

The locked rotor current is calculated from the locked rotor apparent power according to:

$$I_l = \frac{S_l}{R_N} \times \frac{R_N}{\sqrt{3}U_N}$$

NOTE The advantage of specifying  $S_l/P_N$  instead of  $I_l/I_N$  is that the locked rotor current can be calculated from rated power and rated voltage only, not requiring to know the rated current which depends on quantities such as power factor and efficiency that are usually not known in early stages of a project.

## 6.3 Starting requirements

Motors shall be capable of withstanding two starts in succession (coasting to rest between starts) from cold conditions and one start from hot after running at rated conditions. The retarding torque due to the driven load will be in each case proportional to the square of the speed and equal to the rated torque at rated speed with the external moment of inertia given in Table 4 or Table 7.

In each case, a further start is permissible only if the motor temperature before starting does not exceed the steady temperature at rated load. However, for 2-pole motors with type of protection 'Ex eb – increased safety' having a rated output greater than 100 kW, the retarding torque due to the driven load is proportional to the square of the speed and equal to 70 % rated torque at rated speed, with the external moment of inertia given in Table 7. After this starting, load with rated torque is possible.

NOTE It should be recognized that the number of starts should be minimized since these affect the life of the motor.

## 7 Design NE starting requirements

The starting requirements are as for design N, except that the limits for locked rotor apparent power in Table 3 apply, as increasing efficiency values require physically increasing values for locked rotor apparent power.

## 8 Designs NY and NEY starting requirements

The starting requirements are as for designs N or NE, respectively. In addition, however, a reduced retarding torque is necessary as the starting torque in 'star connection' may be insufficient to accelerate some loads to an acceptable speed.

NOTE It should be recognized that the number of starts should be minimized since these affect the life of the motor.

## 9 Design H requirements

### 9.1 Starting torque

The starting torque is represented by three characteristic features. These features shall be in accordance with the appropriate values given in Table 5. These values are minimum values at rated voltage. Higher values are allowed.

### 9.2 Locked rotor current and apparent power

The locked rotor apparent power shall be not greater than the appropriate value given in Table 2. The values in Table 2 are independent of the number of poles and are maximum values at rated voltage.

The locked rotor current is calculated from the locked rotor apparent power according to the formula given in 6.2.

### 9.3 Starting requirements

Motors shall be capable of withstanding two starts in succession (coasting to rest between starts) from cold conditions, and one start from hot after running at rated conditions. The retarding torque due to the driven load is assumed to be constant and equal to rated torque, independent of speed, with an external moment of inertia of 50 % of the values given in Table 4.

In each case, a further start is permissible only if the motor temperature before starting does not exceed the steady temperature at rated load.

NOTE It should be recognized that the number of starts should be minimized since these affect the life of the motor.

### 10 Design HE starting requirements

The starting requirements are as for design H, except that the limits for locked rotor apparent power in Table 3 apply, as increasing efficiency values require physically increasing values for locked rotor apparent power.

### 11 Designs HY and HEY starting requirements

The starting requirements are as for design H or HE, respectively. In addition, however, a reduced retarding torque is necessary as the starting torque in 'star connection' may be insufficient to accelerate some loads to an acceptable speed.

NOTE It should be recognized that the number of starts should be minimized since these affect the life of the motor.

**Table 1 – Minimum values of torques for design N**

Range of rated output kW	Number of poles											
	2			4			6			8		
	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$
$0,12 \leq P_N \leq 0,63$	1,9	1,3	2,0	2,0	1,4	2,0	1,7	1,2	1,7	1,5	1,1	1,6
$0,63 < P_N \leq 1,0$	1,8	1,2	2,0	1,9	1,3	2,0	1,7	1,2	1,8	1,5	1,1	1,7
$1,0 < P_N \leq 1,6$	1,8	1,2	2,0	1,9	1,3	2,0	1,6	1,1	1,9	1,4	1,0	1,8
$1,6 < P_N \leq 2,5$	1,7	1,1	2,0	1,8	1,2	2,0	1,6	1,1	1,9	1,4	1,0	1,8
$2,5 < P_N \leq 4,0$	1,6	1,1	2,0	1,7	1,2	2,0	1,5	1,1	1,9	1,3	1,0	1,8
$4,0 < P_N \leq 6,3$	1,5	1,0	2,0	1,6	1,1	2,0	1,5	1,1	1,9	1,3	1,0	1,8
$6,3 < P_N \leq 10$	1,5	1,0	2,0	1,6	1,1	2,0	1,5	1,1	1,8	1,3	1,0	1,7
$10 < P_N \leq 16$	1,4	1,0	2,0	1,5	1,1	2,0	1,4	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
$16 < P_N \leq 25$	1,3	0,9	1,9	1,4	1,0	1,9	1,4	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
$25 < P_N \leq 40$	1,2	0,9	1,9	1,3	1,0	1,9	1,3	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
$40 < P_N \leq 63$	1,1	0,8	1,8	1,2	0,9	1,8	1,2	0,9	1,7	1,1	0,8	1,7
$63 < P_N \leq 100$	1,0	0,7	1,8	1,1	0,8	1,8	1,1	0,8	1,7	1,0	0,7	1,6
$100 < P_N \leq 160$	0,9	0,7	1,7	1,0	0,8	1,7	1,0	0,8	1,7	0,9	0,7	1,6
$160 < P_N \leq 250$	0,8	0,6	1,7	0,9	0,7	1,7	0,9	0,7	1,6	0,9	0,7	1,6
$250 < P_N \leq 400$	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6
$400 < P_N \leq 630$	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6
$630 < P_N \leq 1\ 600$	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	1,6

NOTE The values given are per unit  $T_N$ .

**Table 2 – Maximum values of locked rotor apparent power for designs N and H**

Range of rated output kW	$S_l/P_N$
$P_N \leq 0,4$	22
$0,4 < P_N \leq 0,63$	19
$0,63 < P_N \leq 1,0$	17
$1,0 < P_N \leq 1,8$	15
$1,8 < P_N \leq 4,0$	14
$4,0 < P_N \leq 6,3$	13
$6,3 < P_N \leq 25$	12
$25 < P_N \leq 63$	11
$63 < P_N \leq 630$	10
$630 < P_N \leq 1\,600$	9

**Table 3 – Maximum values of locked rotor apparent power for designs NE and HE**

Range of rated output kW	$S_l/P_N$
$P_N \leq 0,4$	22
$0,4 < P_N \leq 0,63$	19
$0,63 < P_N \leq 1,0$	17
$1,0 < P_N \leq 6,3$	15
$6,3 < P_N \leq 25$	14
$25 < P_N \leq 63$	13
$63 < P_N \leq 630$	12
$630 < P_N \leq 1\,600$	11

**Table 4 – External moment of inertia (*J*)**

Number of poles	2		4		6		8	
Frequency Hz	50	60	50	60	50	60	50	60
Rated output kW	Moment of inertia kg m <sup>2</sup>							
0,12	0,006	0,004	0,034	0,025	0,092	0,069	0,190	0,142
0,25	0,011	0,009	0,065	0,049	0,179	0,134	0,368	0,276
0,4	0,018	0,014	0,099	0,074	0,273	0,205	0,561	0,421
0,63	0,026	0,020	0,149	0,112	0,411	0,308	0,845	0,634
1,0	0,040	0,030	0,226	0,170	0,624	0,468	1,28	0,960
1,6	0,061	0,046	0,345	0,259	0,952	0,714	1,95	1,46
2,5	0,091	0,068	0,516	0,387	1,42	1,07	2,92	2,19
4,0	0,139	0,104	0,788	0,591	2,17	1,63	4,46	3,34
6,3	0,210	0,158	1,19	0,889	3,27	2,45	6,71	5,03
10	0,318	0,239	1,80	1,35	4,95	3,71	10,2	7,63
16	0,485	0,364	2,74	2,06	7,56	5,67	15,5	11,6
25	0,725	0,544	4,10	3,07	11,3	8,47	23,2	17,4
40	1,11	0,830	6,26	4,69	17,2	12,9	35,4	26,6
63	1,67	1,25	9,42	7,06	26,0	19,5	53,3	40,0
100	2,52	1,89	14,3	10,7	39,3	29,5	80,8	60,6
160	3,85	2,89	21,8	16,3	60,1	45,1	123	92,5
250	5,76	4,32	32,6	24,4	89,7	67,3	184	138
400	8,79	6,59	49,7	37,3	137	103	281	211
630	13,2	9,90	74,8	56,1	206	155	423	317
1 600	30,6	23	173	130	477	358	979	734

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 80000-4:2006, Number 4-7.

NOTE 3 For intermediate and higher values, external moments of inertia shall be calculated according to the following formula from which the values in the table have been calculated:

– for 50 Hz motors  $J = 0,04p^{0,9}P^{2,5}$

– for 60 Hz motors  $J = 0,03p^{0,9}P^{2,5}$

where:  $J$  is the external moment of inertia in kg m<sup>2</sup>;

$P$  is the output in kW;

$p$  is the number of pairs of poles.

**Table 5 – Minimum values of torques for design H**

Range of rated output kW	Number of poles								
	4			6			8		
	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$
$0,12 \leq P_N \leq 0,63$	3,0	2,1	2,1	2,55	1,8	1,9	2,25	1,65	1,9
$0,63 < P_N \leq 1,0$	2,85	1,95	2,0	2,55	1,8	1,9	2,25	1,65	1,9
$1,0 < P_N \leq 1,6$	2,85	1,95	2,0	2,4	1,65	1,9	2,1	1,5	1,9
$1,6 < P_N \leq 2,5$	2,7	1,8	2,0	2,4	1,65	1,9	2,1	1,5	1,9
$2,5 < P_N \leq 4,0$	2,55	1,8	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
$4,0 < P_N \leq 6,3$	2,4	1,65	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
$6,3 < P_N \leq 10$	2,4	1,65	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
$10 < P_N \leq 16$	2,25	1,65	2,0	2,1	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
$16 < P_N \leq 25$	2,1	1,5	1,9	2,1	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
$25 < P_N \leq 40$	2,0	1,5	1,9	2,0	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
$40 < P_N \leq 160$	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9

NOTE 1 The values given are per unit  $T_N$ .

NOTE 2 The values of  $T_l$  are 1,5 times the corresponding values for design N, but are not less than 2,0.

NOTE 3 The values of  $T_u$  are 1,5 times the corresponding values for design N, but are not less than 1,4.

NOTE 4 The values of  $T_b$  are equal to the corresponding values for design N, but are not less than 1,9 and the values of  $T_u$ .

**Table 6 – Minimum values of torques for design N motors with type of protection 'Ex eb – increased safety'**

Range of rated output kW	Number of poles											
	2			4			6			8		
	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$
$0,12 \leq P_N \leq 0,63$	1,7	1,1	1,8	1,8	1,2	1,8	1,5	1,1	1,6	1,4	1,0	1,6
$0,63 < P_N \leq 1,0$	1,6	1,1	1,8	1,7	1,2	1,8	1,5	1,1	1,6	1,4	1,0	1,6
$1,0 < P_N \leq 1,6$	1,6	1,1	1,8	1,7	1,2	1,8	1,4	1,0	1,7	1,3	1,0	1,6
$1,6 < P_N \leq 2,5$	1,5	1,0	1,8	1,6	1,1	1,8	1,4	1,0	1,7	1,3	1,0	1,6
$2,5 < P_N \leq 4,0$	1,4	1,0	1,8	1,5	1,1	1,8	1,4	1,0	1,7	1,2	0,9	1,6
$4,0 < P_N \leq 6,3$	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,7	1,2	0,9	1,6
$6,3 < P_N \leq 10$	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,6	1,2	0,9	1,6
$10 < P_N \leq 16$	1,3	0,9	1,8	1,4	1,0	1,8	1,3	1,0	1,6	1,1	0,8	1,6
$16 < P_N \leq 25$	1,2	0,9	1,7	1,3	1,0	1,7	1,3	1,0	1,6	1,1	0,8	1,6
$25 < P_N \leq 40$	1,1	0,8	1,7	1,2	0,9	1,7	1,2	0,9	1,6	1,1	0,8	1,6
$40 < P_N \leq 63$	1,0	0,7	1,6	1,1	0,8	1,6	1,1	0,8	1,6	1,0	0,7	1,6
$63 < P_N \leq 100$	0,9	0,65	1,6	1,0	0,8	1,6	1,0	0,8	1,6	0,9	0,7	1,6
$100 < P_N \leq 160$	0,8	0,6	1,6	0,9	0,7	1,6	0,9	0,7	1,6	0,8	0,6	1,6
$160 < P_N \leq 250$	0,75	0,55	1,6	0,8	0,6	1,6	0,8	0,6	1,6	0,8	0,6	1,6
$250 < P_N \leq 400$	0,7	0,55	1,6	0,7	0,55	1,6	0,7	0,55	1,6	0,7	0,55	1,6
$400 < P_N \leq 630$	0,6	0,45	1,6	0,6	0,45	1,6	0,6	0,4	1,6	0,6	0,4	1,6

NOTE The values given are per unit  $T_N$ .

**Table 7 – External moment of inertia (*J*) for motors with type of protection 'Ex eb – increased safety'**

Number of poles	2		4		6		8	
Frequency Hz	50	60	50	60	50	60	50	60
Rated output kW	Moment of inertia kg m <sup>2</sup>							
0,12	0,006	0,005	0,037	0,027	0,101	0,076	0,207	0,155
0,25	0,012	0,009	0,066	0,050	0,183	0,137	0,375	0,281
0,4	0,017	0,013	0,097	0,073	0,267	0,200	0,548	0,411
0,63	0,025	0,019	0,140	0,105	0,386	0,289	0,792	0,594
1,0	0,036	0,027	0,204	0,153	0,561	0,421	1,15	0,864
1,6	0,053	0,040	0,298	0,223	0,821	0,616	1,69	1,26
2,5	0,076	0,057	0,428	0,321	1,18	0,884	2,42	1,81
4,0	0,110	0,083	0,626	0,469	1,72	1,29	3,54	2,66
6,3	0,160	0,120	0,904	0,678	2,49	1,87	5,12	3,84
10	0,232	0,174	1,31	0,986	3,62	2,72	7,44	5,58
16	0,340	0,255	1,92	1,44	5,30	3,98	10,9	8,16
25	0,488	0,366	2,76	2,07	7,61	5,71	15,6	11,7
40	0,714	0,536	4,04	3,03	11,1	8,35	22,9	17,1
63	1,03	0,774	5,84	4,38	16,1	12,1	33,0	24,8
100	1,50	1,13	8,49	6,37	23,4	17,5	48,0	36,0
160	2,20	1,65	12,4	9,32	34,2	25,7	70,3	52,7
250	3,15	2,36	17,8	13,4	49,1	36,9	101,0	75,7
400	4,61	3,46	26,1	19,6	71,9	53,9	148	111
630	6,66	5,00	37,7	28,3	104	77,9	213	160

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 80000-4:2006, Number 4-7.

NOTE 3 For intermediate and higher values, external moments of inertia shall be calculated according to the following formula from which the values in the table have been calculated:

- for 50 Hz motors  $J = 0,036p^{0,81}p^{2,5}$
- for 60 Hz motors  $J = 0,027p^{0,81}p^{2,5}$

where:  $J$  is the external moment of inertia in kg m<sup>2</sup>;

$P$  is the output in kW;

$p$  is the number of pairs of poles.

Copyright International Electrotechnical Commission

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	17
1 Domaine d'application .....	19
2 Références normatives .....	19
3 Termes et définitions .....	19
4 Symboles .....	21
5 Désignation .....	21
5.1 Généralités .....	21
5.2 Moteurs de conception N .....	21
5.3 Moteurs de conception NE .....	21
5.4 Moteurs de conception NY et NEY .....	21
5.5 Moteurs de conception H .....	22
5.6 Moteurs de conception HE .....	22
5.7 Moteurs de conception HY et HEY .....	22
6 Exigences pour les moteurs de conception N .....	22
6.1 Caractéristiques de couple .....	22
6.2 Courant et puissance apparente à rotor bloqué .....	22
6.3 Exigences de démarrage .....	23
7 Exigences de démarrage pour les moteurs de conception NE .....	23
8 Exigences de démarrage pour les moteurs de conception NY et NEY .....	23
9 Exigences pour les moteurs de conception H .....	23
9.1 Couple de démarrage .....	23
9.2 Courant et puissance apparente à rotor bloqué .....	23
9.3 Exigences de démarrage .....	24
10 Exigences de démarrage pour les moteurs de conception HE .....	24
11 Exigences de démarrage pour les moteurs de conception HY et HEY .....	24
Tableau 1 – Valeurs minimales des couples pour les moteurs de conception N .....	25
Tableau 2 – Valeurs maximales de la puissance apparente à rotor bloqué pour les moteurs des conceptions N et H .....	25
Tableau 3 – Valeurs maximales de la puissance apparente à rotor bloqué pour les moteurs des conceptions NE et HE .....	26
Tableau 4 – Moment d'inertie extérieur ( $J$ ) .....	26
Tableau 5 – Valeurs minimales des couples pour les moteurs de conception H .....	27
Tableau 6 – Valeurs minimales des couples pour les moteurs de conception N avec type de protection 'Ex eb – sécurité augmentée' .....	28
Tableau 7 – Moment d'inertie extérieur ( $J$ ) pour les moteurs avec type de protection 'Ex eb – sécurité augmentée' .....	29

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –****Partie 12: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés  
à induction à cage à une seule vitesse**

## 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. 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.

La Norme internationale IEC 60034-12 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition, publiée en 2002, et son amendement 1, publié en 2007. Elle constitue une révision technique.

Les modifications techniques majeures par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

Article ou paragraphe	Modification
1	Une partie de la NOTE 3 est déplacée dans le texte
3	Ajout des définitions du courant à rotor bloqué et de la tension assignée
5	Nouvelle lettre de conception E pour les moteurs de rendement amélioré, explication de toutes les lettres de conception, et description des nouvelles conceptions NE, NEY, HE, et HEY
6.2 et 9.2	Limites pour la puissance apparente à rotor bloqué pour les moteurs E(Ex)e remplacées par une référence à l'IEC 60079-7  Formule ajoutée pour calculer le courant à rotor bloqué à partir de la puissance apparente
7 et 10	Définition de nouvelles limites de la puissance apparente à rotor bloqué pour les moteurs à rendement amélioré (nouveau Tableau 3)
Tableaux	Tableaux 1 et 4 à 7 étendus à $P_N = 120 W$  Nom de type de protection mis à jour conformément à l'IEC 60079-7 édition 5

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
2/1789/CDV	2/1821A/RVC

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/IEC, Partie 2.

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

NOTE Un tableau de références croisées de toutes les publications de l'IEC TC 2 peut être consulté dans le tableau de bord de l'IEC TC 2 sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

## MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

### Partie 12: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 spécifie les paramètres de huit conceptions de caractéristiques de démarrage de moteurs triphasés à induction à cage monovitesse fonctionnant à 50 Hz ou 60 Hz conformes à l'IEC 60034-1 qui:

- ont des tensions assignées jusqu'à 1 000 V;
- sont prévus pour démarrage direct ou étoile-triangle;
- sont dimensionnés pour le service type S1;
- peuvent avoir n'importe quel degré de protection incluant les protections contre les explosions.

Ce document s'applique également aux moteurs bitension à condition que le niveau de saturation du flux soit le même aux deux tensions.

Les valeurs de couple, de puissance apparente et de courant données dans le présent document sont des valeurs limites (c'est-à-dire minimales ou maximales sans tolérance).

NOTE 1 Les constructeurs ne sont pas tenus de fabriquer des machines correspondant à ces huit conceptions. Le choix d'une conception spécifique répondant au présent document fera l'objet d'un accord entre le constructeur et son client.

NOTE 2 Des conceptions autres que les huit spécifiées peuvent s'avérer nécessaires pour des applications particulières.

NOTE 3 Il convient de noter que les valeurs données dans les catalogues des constructeurs peuvent inclure des tolérances conformes à l'IEC 60034-1.

NOTE 4 Les valeurs calculées pour la puissance apparente à rotor bloqué sont fondées sur les courants à rotor bloqué en régime établi symétriques en valeur efficace; à la mise en marche du moteur, il y aura un courant de crête instantané asymétrique d'un demi-cycle qui peut fluctuer entre 1,8 et 2,8 fois la valeur à rotor bloqué en régime établi. La crête de courant et le temps de descente dépendent de la conception du moteur et de l'angle de commutation.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60034-30-1, *Machines électriques tournantes – Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif alimentés par le réseau (code IE)*

IEC 60079-7:2015, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection du matériel par sécurité augmentée "e"*

#### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions suivantes s'appliquent.

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

### 3.1

#### **couple assigné**

$T_N$

couple que développe le moteur sur son bout d'arbre d'entraînement aux puissance et vitesse assignées

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-48-05]

### 3.2

#### **couple à rotor bloqué**

$T_l$

couple mesuré le plus faible que développe le moteur sur son bout d'arbre d'entraînement, quand son rotor est maintenu bloqué, quelle que soit sa position angulaire et qu'il est alimenté à tension et fréquence assignées

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-48-06]

### 3.3

#### **couple minimal pendant le démarrage**

$T_u$

valeur la plus faible du couple asynchrone en régime établi que le moteur développe entre la vitesse nulle et la vitesse qui correspond au couple de décrochage lorsque le moteur est alimenté à la tension et à la fréquence assignées

Note 1 à l'article: Cette définition ne s'applique pas aux moteurs dont le couple diminue de manière continue quand la vitesse augmente.

Note 2 à l'article: En plus des couples asynchrones en régime établi, les couples synchrones harmoniques, qui dépendent de l'angle de charge du rotor, seront présents à certaines vitesses. A de telles vitesses, le couple d'accélération peut être négatif pour certains angles de charge de rotor. L'expérience et les calculs montrent qu'il s'agit d'une condition de fonctionnement instable et c'est pourquoi les couples synchrones harmoniques n'empêchent pas l'accélération du moteur et qu'ils sont exclus de la présente définition.

### 3.4

#### **couple de décrochage**

$T_b$

valeur maximale du couple asynchrone en régime établi développé par le moteur sans chute brutale de la vitesse lorsque le moteur est alimenté à la tension et à la fréquence assignées

Note 1 à l'article: Cette définition ne s'applique pas aux moteurs dont le couple diminue de manière continue quand la vitesse augmente.

### 3.5

#### **puissance de sortie assignée**

$P_N$

valeur de la puissance de sortie incluse dans les caractéristiques assignées

### 3.6

#### **tension assignée**

$U_N$

valeur de la tension incluse dans les caractéristiques assignées

**3.7****puissance apparente à rotor bloqué** $S_l$ 

puissance apparente d'entrée, avec le moteur maintenu à l'arrêt à tension et fréquence assignées

**3.8****courant à rotor bloqué** $I_l$ 

courant en régime établi, avec le moteur maintenu à l'arrêt à tension et fréquence assignées

**4 Symboles**

Symbole	Grandeur
$J$	Moment d'inertie extérieur
$p$	Nombre de paires de pôles
$P_N$	Puissance de sortie assignée
$S_l$	Puissance apparente à rotor bloqué
$T_N$	Couple assigné
$T_l$	Couple à rotor bloqué
$T_u$	Couple minimal pendant le démarrage
$T_b$	Couple de décrochage

**5 Désignation****5.1 Généralités**

Les moteurs conçus selon le présent document sont classés conformément à 5.2 à 5.7. Les lettres utilisées pour spécifier les différentes conceptions sont:

N: couple de démarrage normal

H: couple de démarrage élevé

Y: démarrage étoile-triangle

E: moteurs utilisant des valeurs étendues/supérieures de la puissance apparente et du courant à rotor bloqué pour obtenir un rendement supérieur conformément à l'IEC 60034-30-1

**5.2 Moteurs de conception N**

Moteurs triphasés à induction à cage à couple de démarrage normal prévus pour démarrage direct à 2, 4, 6 ou 8 pôles, avec des puissances assignées comprises entre 0,12 kW et 1 600 kW.

**5.3 Moteurs de conception NE**

Moteurs triphasés à induction à cage à couple de démarrage normal ayant une puissance apparente à rotor bloqué supérieure à celle des moteurs de conception N, prévus pour démarrage direct à 2, 4, 6 ou 8 pôles, avec des puissances assignées comprises entre 0,12 kW et 1 600 kW.

**5.4 Moteurs de conception NY et NEY**

Moteurs respectivement analogues à ceux de conception N et NE, mais qui sont prévus pour démarrage étoile-triangle. Pour ces moteurs en couplage étoile, les valeurs minimales de  $T_l$  et

$T_u$  sont respectivement égales à 25 % des valeurs indiquées pour la conception N et NE (voir Tableau 1).

### 5.5 Moteurs de conception H

Moteurs triphasés à induction à cage à couple de démarrage élevé à 4, 6 ou 8 pôles prévus pour démarrage direct, avec des puissances assignées comprises entre 0,12 kW et 160 kW à une fréquence de 60 Hz.

### 5.6 Moteurs de conception HE

Moteurs triphasés à induction à cage à couple de démarrage élevé ayant une puissance apparente à rotor bloqué supérieure à celle des moteurs de conception H, avec 4, 6 ou 8 pôles, prévus pour démarrage direct, avec des puissances assignées comprises entre 0,12 kW et 160 kW à une fréquence de 60 Hz.

### 5.7 Moteurs de conception HY et HEY

Moteurs respectivement analogues à ceux de conception H et HE, mais qui sont prévus pour démarrage étoile-triangle. Pour ces moteurs en couplage étoile, les valeurs minimales de  $T_l$  et  $T_u$  sont respectivement égales à 25 % des valeurs indiquées pour la conception H et HE (voir Tableau 5).

## 6 Exigences pour les moteurs de conception N

### 6.1 Caractéristiques de couple

Le couple de démarrage est représenté par trois caractéristiques. Ces caractéristiques doivent être conformes aux valeurs appropriées données dans le Tableau 1 ou le Tableau 6. Les valeurs données dans le Tableau 1 et le Tableau 6 sont des valeurs minimales à la tension assignée. Des valeurs plus élevées sont autorisées.

Le couple du moteur à n'importe quelle vitesse entre la vitesse nulle et celle pour laquelle le couple de décrochage se produit ne doit pas être inférieur à 1,3 fois le couple obtenu à partir d'une courbe variant avec le carré de la vitesse et étant égale au couple assigné à la vitesse assignée. Cependant, pour les moteurs à 2 pôles de mode de protection 'Ex eb – sécurité augmentée' ayant une puissance de sortie assignée supérieure à 100 kW, le couple du moteur à n'importe quelle vitesse entre la vitesse nulle et celle pour laquelle le couple de décrochage se produit ne doit pas être inférieur à 1,3 fois le couple obtenu à partir d'une courbe variant avec le carré de la vitesse et étant égale à 70 % du couple assigné à la vitesse assignée. Pour les moteurs à degré de protection 'Ex eb', les trois couples caractéristiques doivent être conformes aux valeurs données dans le Tableau 6.

NOTE Le facteur 1,3 a été choisi pour tenir compte d'une chute de tension de 10 % de la tension assignée aux bornes du moteur pendant la période d'accélération.

### 6.2 Courant et puissance apparente à rotor bloqué

La puissance apparente à rotor bloqué ne doit pas être supérieure à la valeur appropriée donnée dans le Tableau 2. Les valeurs données dans le Tableau 2 sont indépendantes du nombre de pôles et sont des valeurs maximales à la tension assignée. Pour les moteurs à mode de protection 'e', la puissance apparente à rotor bloqué doit être conforme aux valeurs appropriées spécifiées dans l'IEC 60079-7.

Le courant à rotor bloqué est calculé à partir de la puissance apparente à rotor bloqué conformément à:

$$I_1 = \frac{S_1}{R_N} \times \frac{R_N}{\sqrt{3}U_N}$$

NOTE L'avantage de la spécification de  $S_1/P_N$  au lieu de  $I_1/I_N$  réside en ce que le courant à rotor bloqué peut être calculé à partir de la puissance assignée et de la tension assignée seulement, ce qui n'exige pas de connaître le courant assigné qui dépend de grandeurs comme le facteur de puissance et le rendement qui ne sont pas habituellement connues aux stades précoces d'un projet.

### 6.3 Exigences de démarrage

Les moteurs doivent être capables d'assurer deux démarrages successifs (avec retour à l'arrêt entre les démarrages) à partir de l'état froid et un démarrage à partir de l'état chaud après avoir fonctionné au régime assigné. Le couple résistant dû à la charge entraînée sera dans chaque cas proportionnel au carré de la vitesse et égal au couple assigné à la vitesse assignée avec les moments d'inertie extérieurs donnés dans le Tableau 4 ou le Tableau 7.

Dans chaque cas, un démarrage supplémentaire n'est permis que si la température du moteur avant le démarrage ne dépasse pas la température d'équilibre à la charge assignée. Cependant, pour les moteurs à 2 pôles avec type de protection 'Ex eb – sécurité augmentée' ayant une puissance de sortie assignée supérieure à 100 kW, le couple résistant dû à la charge entraînée est proportionnel au carré de la vitesse et égal à 70 % du couple assigné à la vitesse assignée, avec les moments d'inertie extérieurs donnés dans le Tableau 7. Après ce démarrage, la charge avec couple assigné est possible.

NOTE Il convient d'admettre que le nombre de démarrages soit réduit puisque ceux-ci affectent la durée de vie du moteur.

## 7 Exigences de démarrage pour les moteurs de conception NE

Les exigences de démarrage sont les mêmes que pour les moteurs de conception N, excepté que les limites pour la puissance apparente à rotor bloqué dans le Tableau 3 s'appliquent, car les valeurs croissantes du rendement exigent des valeurs physiquement croissantes pour la puissance apparente à rotor bloqué.

## 8 Exigences de démarrage pour les moteurs de conception NY et NEY

Les exigences de démarrage sont respectivement les mêmes que pour les moteurs de conception N et NE. Cependant, un couple résistant réduit est, en outre, nécessaire car le couple de démarrage en 'connexion étoile' peut être insuffisant pour accélérer certaines charges à une vitesse acceptable.

NOTE Il convient d'admettre que le nombre de démarrages soit réduit puisque ceux-ci affectent la durée de vie du moteur.

## 9 Exigences pour les moteurs de conception H

### 9.1 Couple de démarrage

Le couple de démarrage est représenté par trois caractéristiques. Ces caractéristiques doivent être conformes aux valeurs appropriées données dans le Tableau 5. Ces valeurs sont des valeurs minimales à la tension assignée. Des valeurs plus élevées sont autorisées.

### 9.2 Courant et puissance apparente à rotor bloqué

La puissance apparente à rotor bloqué ne doit pas être supérieure à la valeur appropriée donnée dans le Tableau 2. Les valeurs données dans le Tableau 2 sont indépendantes du nombre de pôles et sont des valeurs maximales à la tension assignée.

Le courant à rotor bloqué est calculé à partir de la puissance apparente à rotor bloqué conformément à la formule donnée en 6.2.

### **9.3 Exigences de démarrage**

Les moteurs doivent être capables d'assurer deux démarrages successifs (avec retour à l'arrêt entre les démarrages) à partir de l'état froid et un démarrage à partir de l'état chaud après avoir fonctionné au régime assigné. Le couple résistant dû à la charge entraînée est supposé constant et égal au couple assigné quelle que soit la vitesse, avec des moments d'inertie extérieurs de 50 % des valeurs données dans le Tableau 4.

Dans chaque cas, un démarrage supplémentaire n'est permis que si la température du moteur avant le démarrage ne dépasse pas la température d'équilibre à la charge assignée.

NOTE Il convient d'admettre que le nombre de démarrages soit réduit puisque ceux-ci affectent la durée de vie du moteur.

## **10 Exigences de démarrage pour les moteurs de conception HE**

Les exigences de démarrage sont les mêmes que pour les moteurs de conception H, excepté que les limites pour la puissance apparente à rotor bloqué dans le Tableau 3 s'appliquent, car les valeurs croissantes du rendement exigent des valeurs physiquement croissantes pour la puissance apparente à rotor bloqué.

## **11 Exigences de démarrage pour les moteurs de conception HY et HEY**

Les exigences de démarrage sont respectivement les mêmes que pour les moteurs de conception H et HE. Cependant, un couple résistant réduit est en outre nécessaire car le couple de démarrage en 'connexion étoile' peut être insuffisant pour accélérer certaines charges à une vitesse acceptable.

NOTE Il convient d'admettre que le nombre de démarrages soit réduit puisque ceux-ci affectent la durée de vie du moteur.

**Tableau 1 – Valeurs minimales des couples pour les moteurs de conception N**

Gamme de puissances assignées de sortie kW	Nombre de pôles											
	2			4			6			8		
	$T_1$	$T_u$	$T_b$	$T_1$	$T_u$	$T_b$	$T_1$	$T_u$	$T_b$	$T_1$	$T_u$	$T_b$
$0,12 \leq P_N \leq 0,63$	1,9	1,3	2,0	2,0	1,4	2,0	1,7	1,2	1,7	1,5	1,1	1,6
$0,63 < P_N \leq 1,0$	1,8	1,2	2,0	1,9	1,3	2,0	1,7	1,2	1,8	1,5	1,1	1,7
$1,0 < P_N \leq 1,6$	1,8	1,2	2,0	1,9	1,3	2,0	1,6	1,1	1,9	1,4	1,0	1,8
$1,6 < P_N \leq 2,5$	1,7	1,1	2,0	1,8	1,2	2,0	1,6	1,1	1,9	1,4	1,0	1,8
$2,5 < P_N \leq 4,0$	1,6	1,1	2,0	1,7	1,2	2,0	1,5	1,1	1,9	1,3	1,0	1,8
$4,0 < P_N \leq 6,3$	1,5	1,0	2,0	1,6	1,1	2,0	1,5	1,1	1,9	1,3	1,0	1,8
$6,3 < P_N \leq 10$	1,5	1,0	2,0	1,6	1,1	2,0	1,5	1,1	1,8	1,3	1,0	1,7
$10 < P_N \leq 16$	1,4	1,0	2,0	1,5	1,1	2,0	1,4	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
$16 < P_N \leq 25$	1,3	0,9	1,9	1,4	1,0	1,9	1,4	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
$25 < P_N \leq 40$	1,2	0,9	1,9	1,3	1,0	1,9	1,3	1,0	1,8	1,2	0,9	1,7
$40 < P_N \leq 63$	1,1	0,8	1,8	1,2	0,9	1,8	1,2	0,9	1,7	1,1	0,8	1,7
$63 < P_N \leq 100$	1,0	0,7	1,8	1,1	0,8	1,8	1,1	0,8	1,7	1,0	0,7	1,6
$100 < P_N \leq 160$	0,9	0,7	1,7	1,0	0,8	1,7	1,0	0,8	1,7	0,9	0,7	1,6
$160 < P_N \leq 250$	0,8	0,6	1,7	0,9	0,7	1,7	0,9	0,7	1,6	0,9	0,7	1,6
$250 < P_N \leq 400$	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6	0,75	0,6	1,6
$400 < P_N \leq 630$	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6	0,65	0,5	1,6
$630 < P_N \leq 1\ 600$	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	1,6

NOTE Les valeurs données sont en valeur relative rapportée à  $T_N$ .

**Tableau 2 – Valeurs maximales de la puissance apparente à rotor bloqué pour les moteurs des conceptions N et H**

Gamme de puissances assignées de sortie kW	$S_1/P_N$
$P_N \leq 0,4$	22
$0,4 < P_N \leq 0,63$	19
$0,63 < P_N \leq 1,0$	17
$1,0 < P_N \leq 1,8$	15
$1,8 < P_N \leq 4,0$	14
$4,0 < P_N \leq 6,3$	13
$6,3 < P_N \leq 25$	12
$25 < P_N \leq 63$	11
$63 < P_N \leq 630$	10
$630 < P_N \leq 1\ 600$	9

**Tableau 3 – Valeurs maximales de la puissance apparente à rotor bloqué pour les moteurs des conceptions NE et HE**

Gamme de puissances assignées de sortie kW	$S_1/P_N$
$P_N \leq 0,4$	22
$0,4 < P_N \leq 0,63$	19
$0,63 < P_N \leq 1,0$	17
$1,0 < P_N \leq 6,3$	15
$6,3 < P_N \leq 25$	14
$25 < P_N \leq 63$	13
$63 < P_N \leq 630$	12
$630 < P_N \leq 1\ 600$	11

**Tableau 4 – Moment d'inertie extérieur ( $J$ )**

Nombre de pôles	2		4		6		8	
	50	60	50	60	50	60	50	60
Fréquence Hz								
Puissance assignée de sortie kW	Moment d'inertie kg m <sup>2</sup>							
0,12	0,006	0,004	0,034	0,025	0,092	0,069	0,190	0,142
0,25	0,011	0,009	0,065	0,049	0,179	0,134	0,368	0,276
0,4	0,018	0,014	0,099	0,074	0,273	0,205	0,561	0,421
0,63	0,026	0,020	0,149	0,112	0,411	0,308	0,845	0,634
1,0	0,040	0,030	0,226	0,170	0,624	0,468	1,28	0,960
1,6	0,061	0,046	0,345	0,259	0,952	0,714	1,95	1,46
2,5	0,091	0,068	0,516	0,387	1,42	1,07	2,92	2,19
4,0	0,139	0,104	0,788	0,591	2,17	1,63	4,46	3,34
6,3	0,210	0,158	1,19	0,889	3,27	2,45	6,71	5,03
10	0,318	0,239	1,80	1,35	4,95	3,71	10,2	7,63
16	0,485	0,364	2,74	2,06	7,56	5,67	15,5	11,6
25	0,725	0,544	4,10	3,07	11,3	8,47	23,2	17,4
40	1,11	0,830	6,26	4,69	17,2	12,9	35,4	26,6
63	1,67	1,25	9,42	7,06	26,0	19,5	53,3	40,0
100	2,52	1,89	14,3	10,7	39,3	29,5	80,8	60,6
160	3,85	2,89	21,8	16,3	60,1	45,1	123	92,5
250	5,76	4,32	32,6	24,4	89,7	67,3	184	138
400	8,79	6,59	49,7	37,3	137	103	281	211
630	13,2	9,90	74,8	56,1	206	155	423	317
1 600	30,6	23	173	130	477	358	979	734

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

NOTE 2 Le moment d'inertie est défini dans l'ISO 80000-4:2006, Numéro 4-7.

NOTE 3 Pour les valeurs intermédiaires et plus élevées, les moments d'inertie extérieurs doivent être calculés selon la formule suivante avec laquelle ont été calculées les valeurs de ce tableau:

– pour les moteurs en 50 Hz  $J = 0,04P^{0,9}p^{2,5}$

– pour les moteurs en 60 Hz  $J = 0,03P^{0,9}p^{2,5}$

où:  $J$  est le moment d'inertie extérieur en  $\text{kg m}^2$ ;

$P$  est la puissance de sortie en kW;

$p$  est le nombre de paires de pôles.

**Tableau 5 – Valeurs minimales des couples pour les moteurs de conception H**

Gamme de puissances assignées de sortie kW	Nombre de pôles								
	4			6			8		
	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$
$0,12 \leq P_N \leq 0,63$	3,0	2,1	2,1	2,55	1,8	1,9	2,25	1,65	1,9
$0,63 < P_N \leq 1,0$	2,85	1,95	2,0	2,55	1,8	1,9	2,25	1,65	1,9
$1,0 < P_N \leq 1,6$	2,85	1,95	2,0	2,4	1,65	1,9	2,1	1,5	1,9
$1,6 < P_N \leq 2,5$	2,7	1,8	2,0	2,4	1,65	1,9	2,1	1,5	1,9
$2,5 < P_N \leq 4,0$	2,55	1,8	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
$4,0 < P_N \leq 6,3$	2,4	1,65	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
$6,3 < P_N \leq 10$	2,4	1,65	2,0	2,25	1,65	1,9	2,0	1,5	1,9
$10 < P_N \leq 16$	2,25	1,65	2,0	2,1	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
$16 < P_N \leq 25$	2,1	1,5	1,9	2,1	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
$25 < P_N \leq 40$	2,0	1,5	1,9	2,0	1,5	1,9	2,0	1,4	1,9
$40 < P_N \leq 160$	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9	2,0	1,4	1,9

NOTE 1 Les valeurs données sont en valeur relative rapportée à  $T_N$ .

NOTE 2 Les valeurs de  $T_l$  sont égales à 1,5 fois les valeurs correspondantes pour les moteurs de conception N, mais ne sont pas inférieures à 2,0.

NOTE 3 Les valeurs de  $T_u$  sont égales à 1,5 fois les valeurs correspondantes pour les moteurs de conception N, mais ne sont pas inférieures à 1,4.

NOTE 4 Les valeurs de  $T_b$  sont égales aux valeurs correspondantes pour les moteurs de conception N, mais ne sont pas inférieures à 1,9 et aux valeurs de  $T_u$ .

**Tableau 6 – Valeurs minimales des couples pour les moteurs de conception N avec type de protection 'Ex eb – sécurité augmentée'**

Gamme de puissances assignées de sortie kW	Nombre de pôles											
	2			4			6			8		
	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$	$T_l$	$T_u$	$T_b$
$0,12 \leq P_N \leq 0,63$	1,7	1,1	1,8	1,8	1,2	1,8	1,5	1,1	1,6	1,4	1,0	1,6
$0,63 < P_N \leq 1,0$	1,6	1,1	1,8	1,7	1,2	1,8	1,5	1,1	1,6	1,4	1,0	1,6
$1,0 < P_N \leq 1,6$	1,6	1,1	1,8	1,7	1,2	1,8	1,4	1,0	1,7	1,3	1,0	1,6
$1,6 < P_N \leq 2,5$	1,5	1,0	1,8	1,6	1,1	1,8	1,4	1,0	1,7	1,3	1,0	1,6
$2,5 < P_N \leq 4,0$	1,4	1,0	1,8	1,5	1,1	1,8	1,4	1,0	1,7	1,2	0,9	1,6
$4,0 < P_N \leq 6,3$	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,7	1,2	0,9	1,6
$6,3 < P_N \leq 10$	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,6	1,2	0,9	1,6
$10 < P_N \leq 16$	1,3	0,9	1,8	1,4	1,0	1,8	1,3	1,0	1,6	1,1	0,8	1,6
$16 < P_N \leq 25$	1,2	0,9	1,7	1,3	1,0	1,7	1,3	1,0	1,6	1,1	0,8	1,6
$25 < P_N \leq 40$	1,1	0,8	1,7	1,2	0,9	1,7	1,2	0,9	1,6	1,1	0,8	1,6
$40 < P_N \leq 63$	1,0	0,7	1,6	1,1	0,8	1,6	1,1	0,8	1,6	1,0	0,7	1,6
$63 < P_N \leq 100$	0,9	0,65	1,6	1,0	0,8	1,6	1,0	0,8	1,6	0,9	0,7	1,6
$100 < P_N \leq 160$	0,8	0,6	1,6	0,9	0,7	1,6	0,9	0,7	1,6	0,8	0,6	1,6
$160 < P_N \leq 250$	0,75	0,55	1,6	0,8	0,6	1,6	0,8	0,6	1,6	0,8	0,6	1,6
$250 < P_N \leq 400$	0,7	0,55	1,6	0,7	0,55	1,6	0,7	0,55	1,6	0,7	0,55	1,6
$400 < P_N \leq 630$	0,6	0,45	1,6	0,6	0,45	1,6	0,6	0,4	1,6	0,6	0,4	1,6

NOTE Les valeurs données sont en valeur relative rapportée à  $T_N$ .

**Tableau 7 – Moment d'inertie extérieur ( $J$ ) pour les moteurs  
avec type de protection 'Ex eb – sécurité augmentée'**

Nombre de pôles	2		4		6		8	
Fréquence Hz	50	60	50	60	50	60	50	60
Puissance assignée de sortie kW	Moment d'inertie kg m <sup>2</sup>							
0,12	0,006	0,005	0,037	0,027	0,101	0,076	0,207	0,155
0,25	0,012	0,009	0,066	0,050	0,183	0,137	0,375	0,281
0,4	0,017	0,013	0,097	0,073	0,267	0,200	0,548	0,411
0,63	0,025	0,019	0,140	0,105	0,386	0,289	0,792	0,594
1,0	0,036	0,027	0,204	0,153	0,561	0,421	1,15	0,864
1,6	0,053	0,040	0,298	0,223	0,821	0,616	1,69	1,26
2,5	0,076	0,057	0,428	0,321	1,18	0,884	2,42	1,81
4,0	0,110	0,083	0,626	0,469	1,72	1,29	3,54	2,66
6,3	0,160	0,120	0,904	0,678	2,49	1,87	5,12	3,84
10	0,232	0,174	1,31	0,986	3,62	2,72	7,44	5,58
16	0,340	0,255	1,92	1,44	5,30	3,98	10,9	8,16
25	0,488	0,366	2,76	2,07	7,61	5,71	15,6	11,7
40	0,714	0,536	4,04	3,03	11,1	8,35	22,9	17,1
63	1,03	0,774	5,84	4,38	16,1	12,1	33,0	24,8
100	1,50	1,13	8,49	6,37	23,4	17,5	48,0	36,0
160	2,20	1,65	12,4	9,32	34,2	25,7	70,3	52,7
250	3,15	2,36	17,8	13,4	49,1	36,9	101,0	75,7
400	4,61	3,46	26,1	19,6	71,9	53,9	148	111
630	6,66	5,00	37,7	28,3	104	77,9	213	160

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

NOTE 2 Le moment d'inertie est défini dans l'ISO 80000-4:2006, Numéro 4-7.

NOTE 3 Pour les valeurs intermédiaires et plus élevées, les moments d'inertie extérieurs doivent être calculés selon la formule suivante avec laquelle ont été calculées les valeurs de ce tableau:

- pour les moteurs en 50 Hz  $J = 0,036P^{0,81}p^{2,5}$
- pour les moteurs en 60 Hz  $J = 0,027P^{0,81}p^{2,5}$

où:  $J$  est le moment d'inertie extérieur en kg m<sup>2</sup>;

$P$  est la puissance de sortie en kW;

$p$  est le nombre de paires de pôles.





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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

www.iec.ch