

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 9: Noise limits**

**Machines électriques tournantes –
Partie 9: Limites de bruit**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-9:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. 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 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 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 online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. 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 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 9: Noise limits**

**Machines électriques tournantes –
Partie 9: Limites de bruit**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-1034-0

**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	6
3 Terms and definitions	7
4 Methods of measurement	8
5 Test conditions	8
5.1 Machine mounting	8
5.1.1 Precautions	8
5.1.2 Resilient mounting	9
5.1.3 Rigid mounting	9
5.2 Test operating conditions	9
6 Sound power level limits	9
7 Determination of sound pressure level	10
8 Declaration and verification of sound power values	10
Annex A (informative) Typical values for measurement surface index	16
Annex B (informative) Information on typical noise increments caused by converter supply	17
Bibliography	20
Figure B.1 – Frequency spectrum of the currents at the output terminals of a 6-pulse block-type current-source converter $f_1 = 50$ Hz	17
Figure B.2 – Frequency spectrum of the voltages at the terminals of a type A voltage-source converter (characterized by pronounced spikes close to the switching frequency and its multiples) $f_1 = 50$ Hz, $f_s = 3$ kHz	17
Figure B.3 – Frequency spectrum of the voltages of a type B voltage-source converter (characterized by a broad voltage spectrum without pronounced spikes) $f_1 = 50$ Hz, f_s average = 4,5 kHz	18
Table 1 – Maximum A-weighted sound power level, L_{WA} in dB, at no-load (excluding motors according to Table 2 and Table 3) (Method of cooling, IC code, see IEC 60034-6, Method of protection, IP code, see IEC 60034-5)	12
Table 2 – Maximum A-weighted sound power level, L_{WA} in dB, at no-load, 50 Hz, sinusoidal supply (for single speed three-phase cage induction motors)	13
Table 3 – Maximum A-weighted sound power level, L_{WA} in dB, at no-load, 60 Hz, sinusoidal supply (for single speed three-phase cage induction motors)	14
Table 4 – Expected increase, over no-load condition, in A-weighted sound power levels, ΔL_{WA} in dB, for rated load condition (for motors according to Table 2 and Table 3)	15
Table A.1 – Typical values for measurement surface index for the conversion from sound power level to sound pressure level based on using parallelepiped measurement surface according to ISO 3744	16
Table B.1 – Resonance frequencies of vibration mode r	18
Table B.2 – Increments of A-weighted noise values	19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 9: Noise limits

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.

IEC 60034-9 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery. It is an International Standard.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2003 and its amendment 1, published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) In Table 2 and Table 3 cooling methods IC01, IC11, IC21 and IC31, IC71, IC81 are now covered.
- b) This edition adds Table 3 for 60 Hz machines, whereas Table 2, which covers only 50 Hz machines, has no change in levels.
- c) In Table 3, grade A is added to harmonize the highest levels seen in IEC and NEMA, whereas grade B was added to harmonize the lowest, more restrictive levels seen in IEC and NEMA.

- d) The clause “Determination of noise increments caused by converter supply” has been shifted to Annex B and renamed “Information on typical noise increments caused by converter supply”

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

FDIS	Report on voting
2/2064/FDIS	2/2069/RVD

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.

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.

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/standardsdev/publications.

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

INTRODUCTION

Acoustic quantities can be expressed in sound pressure terms or sound power terms. The use of a sound power level, which can be specified independently of the measurement surface and environmental conditions, avoids the complications associated with sound pressure levels, which require additional data to be specified. Sound power levels provide a measure of radiated energy and have advantages in acoustic analysis and design.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-9:2021

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 9: Noise limits

1 Scope

This part of IEC 60034:

- specifies test methods for the determination of sound power level of rotating electrical machines;
- specifies maximum A-weighted sound power levels for factory acceptance testing of network-supplied, rotating electrical machines in accordance with IEC 60034-1, having methods of cooling according to IEC 60034-6 and degrees of protection according to IEC 60034-5, and having the following characteristics:
 - standard design, either AC or DC, without additional special electrical, mechanical, or acoustical modifications intended to reduce the sound power level
 - rated output from 1 kW (or kVA) up to and including 5 500 kW (or kVA)
 - rated speed not greater than 3 750 min⁻¹

Excluded are noise limits for AC motors supplied by converters. For these conditions see Annex B for guidance.

The object of this document is to determine maximum A-weighted sound power levels, L_{WA} in decibels, dB, for airborne noise emitted by rotating electrical machines of standard design, as a function of power, speed and load, and to specify the method of measurement and the test conditions appropriate for the determination of the sound power level of the machines to provide a standardized evaluation of machine noise up to the maximum specified sound power levels. This document does not provide correction for the existence of tonal characteristics.

Sound pressure levels at a distance from the machine may be required in some applications, such as hearing protection programs. Information is provided on such a procedure in Clause 7 based on a standardized test environment.

NOTE 1 This document recognizes the economic reason for the availability of standard noise-level machines for use in non-critical areas or for use with supplementary means of noise attenuation.

NOTE 2 Where sound power levels lower than those specified in Table 1, Table 2 or Table 3 are required, these are agreed between the manufacturer and the purchaser, as special electrical, mechanical, or acoustical design may involve additional measures.

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

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)*

ISO 3741, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for reverberation test rooms*

ISO 3743-1, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields – Part 1: Comparison method for a hard-walled test room*

ISO 3743-2, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields – Part 2: Methods for special reverberation test rooms*

ISO 3744, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*

ISO 3745, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic rooms*

ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

ISO 3747, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering/survey methods for use in situ in a reverberant environment*

ISO 4871, *Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*

ISO 9614-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

ISO 9614-2, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 2: Measurement by scanning*

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

sound power level

L_W

ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the sound power radiated by the source under test to the reference sound power [$W_0 = 1 \text{ pW}$ (10^{-12} W)] expressed in decibels

3.2 sound pressure level

L_p

ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the square of the sound pressure to the square of the reference sound pressure [$P_0 = 20 \mu\text{Pa}$ ($2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$)] expressed in decibels

3.3 measurement surface index

L_s

ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the measurement surface S to the reference surface [$S_0 = 1 \text{ m}^2$] expressed in decibels

3.4 maximum value

value that defines the upper limit without further tolerance

4 Methods of measurement

4.1 Sound pressure level measurements and calculation of sound power level produced by the machine shall be made in accordance with ISO 3744, unless one of the alternative methods specified in 4.3 or 4.4 below applies.

NOTE It is general practice to use the parallelepiped method for all shaft heights.

4.2 The maximum sound power levels specified in Table 1, Table 2 and Table 3 or adjusted by Table 4 relate to measurements made in accordance with 4.1.

4.3 When appropriate, one of the methods of precision or engineering grade accuracy, such as the methods of ISO 3741, ISO 3743-1, ISO 3743-2, ISO 3745, ISO 9614-1 or ISO 9614-2, may be used to determine sound power levels.

4.4 The simpler but less accurate method specified in ISO 3746 or ISO 3747 may be used, especially when the environmental conditions required by ISO 3744 cannot be satisfied (for example, for large machines).

However, to prove compliance with this document, unless a correction due to inaccuracy of the measurement has already been applied to the values determined by this method in accordance with ISO 3746 or ISO 3747, the levels of Table 1, Table 2 and Table 3 shall be decreased by 2 dB.

4.5 If testing under rated load conditions, the methods of ISO 9614 are preferred. However, other methods are allowed when the load machine and auxiliary equipment are acoustically isolated or located outside the test environment.

5 Test conditions

5.1 Machine mounting

5.1.1 Precautions

Care should be taken to minimize the transmission and the radiation of structure-borne noise from all mounting elements including the foundation. This can be achieved by the resilient mounting for smaller machines; however, larger machines can usually only be tested under rigid mounting conditions.

Machines tested under load conditions shall be rigidly mounted.

5.1.2 Resilient mounting

The natural frequency of the support system and the machine under test shall be lower than a third of the frequency corresponding to the lowest rotational speed of the machine.

The effective mass of the resilient support shall be not greater than one-tenth of that of the machine under test.

5.1.3 Rigid mounting

The machines shall be rigidly mounted to a surface with dimensions adequate for the machine type (for example by foot or flange fixed in accordance with the manufacturer's instructions). The machine shall not be subject to additional mounting stresses from incorrect shimming or fasteners.

5.2 Test operating conditions

The following test conditions shall apply:

- a) The machine shall operate at rated voltage(s), rated frequency or rated speed(s) and with appropriate field current(s) (when applicable). These shall be measured with instruments of an accuracy of 1 % or better.
 - The standard load condition shall be no-load, except for series wound motors.
 - When required, the machine shall be operated at an agreed load condition.
- b) Machines shall be tested in their operating position within their specified duty that generates the greatest noise.
- c) For an AC motor, the waveform and the degree of unbalance of the supply system shall comply with the requirements of IEC 60034-1.

NOTE Any increase of voltage (and current) waveform distortion and unbalance will result in an increase of noise.

- d) A synchronous motor with adjustable excitation field shall be run with excitation to obtain unity power factor or for large machines tested as a generator.
- e) A generator shall be either run as a motor or driven at rated speed with excitation to obtain the rated voltage on open circuit.
- f) A machine suitable for more than one speed shall be evaluated over the operating speed range.
- g) A motor intended to be reversible shall be operated in both directions unless no difference in sound power level is expected. A unidirectional motor shall be tested in its design direction.

6 Sound power level limits

Where a machine is tested under the conditions specified in Clause 5, the sound power level of the machine shall not exceed the relevant value(s) specified as follows:

- a) A machine, other than those specified in b), operating at no-load shall be as specified in Table 1.
- b) A single-speed three-phase cage induction motor with cooling classification IC411, IC511, IC611, IC01, IC11, IC21, IC31, IC71 and IC81, at 50 Hz or 60 Hz, shaft heights from 90 up to and including 560, and with rated output not less than 1,0 kW and not exceeding 1 000 kW:
 - operating at no-load shall be as specified in Table 2 and Table 3
 - operating at rated load shall be the sum of the values established in Table 2, Table 3 and Table 4
 - Grade A in Table 3 is the maximum level that a standard 60 Hz motor shall meet

- Grade B in Table 3 is a reduced level for 60 Hz motors that will meet the more stringent requirements of the end-user
- unless grade B is specifically requested, grade A is to be used as the default noise level for 60 Hz motors.

NOTE 1 The limits of Table 1, Table 2 and Table 3 recognize class 2 accuracy grade levels of measurement uncertainty and production variations.

NOTE 2 Sound power levels, under full-load condition, are normally higher than those at no-load. Generally, if ventilation noise is predominant the change may be small; but if the electromagnetic noise is predominant the change may be significant.

NOTE 3 The limits are irrespective of the direction of rotation. A machine with a unidirectional ventilator is generally less noisy than one with a bi-directional ventilator. This effect is more significant for high-speed machines, which may be designed for unidirectional operation only.

NOTE 4 For some machines, the limits in Table 1 may not apply for speeds below nominal speed. In such a case, or where the relationship between noise level and load is important, limits should be agreed between the manufacturer and the purchaser.

NOTE 5 For multispeed machines the values in the Table 1 apply.

7 Determination of sound pressure level

Sound pressure levels are not required as part of this document.

However, if requested by end user to provide pressure levels, for example in accordance with Annex A, it shall be per agreement between user and manufacturer. An A-weighted sound pressure level may be determined directly from the sound power level as follows:

$$L_p = L_W - L_S$$

$$L_S = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

where:

- L_p is the sound pressure level in a free field over a reflecting plane at 1 m distance from the machine;
- L_W is the sound power level determined according to this document;
- L_S is the measurement surface index;
- S_0 is 1,0 m²;
- S is the area of the surface enveloping the machine at a distance of 1 m according to ISO 3744, 7.2.4. (Parallelepiped measurement surface).

NOTE 1 These sound pressure levels are for free field, over a reflecting plane. The sound pressure level for *in situ* conditions (that is, for hearing protection requirements) is different.

NOTE 2 For typical values of the measurement surface index used for conversions from sound power to sound pressure levels for machines in Table 2 and Table 3, see Annex A.

8 Declaration and verification of sound power values

A machine can be declared to comply with this document if, when tested under the conditions specified in Clause 5, the sound power level of the machine does not exceed the value specified in Clause 6.

The method selected and the type of measurement surface used shall be reported.

When requested sound power values determined according to this document can be reported according to the procedures of ISO 4871 using the dual-number presentation (determined sound power level L and uncertainty K).

Values for the uncertainty K are:

- a) single machine
 - 1,5 dB (grade 1: laboratory)
 - 2,5 dB (grade 2: expertise)
 - 4,5 dB (grade 3: verification) (confidence 95 %).
- b) set of machines of the same batch
 - 1,5 dB to 4,0 dB (grades 1 and 2)
 - 4,0 dB to 6,0 dB (grade 3).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-9:2021

960 < $n_N \leq 1\,320$				1 320 < $n_N \leq 1\,900$				1 900 < $n_N \leq 2\,360$				2 360 < $n_N \leq 3\,000$			
IC01	IC411	IC31	IC8A1W7	IC01	IC411	IC31	IC8A1W7	IC01	IC411	IC31	IC8A1W7	IC01	IC411	IC31	IC8A1W7
IC11	IC511	IC71W	IC81W	IC11	IC511	IC71W	IC81W	IC11	IC511	IC71W	IC81W	IC11	IC511	IC71W	IC81W
IC21	IC611	IC81W	IC8A1W7	IC21	IC611	IC81W	IC8A1W7	IC21	IC611	IC81W	IC8A1W7	IC21	IC611	IC81W	IC8A1W7
NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 2

Rated speed n_N min ⁻¹	$n_N \leq 960$				$960 < n_N \leq 1\,320$				$1\,320 < n_N \leq 1\,900$				$1\,900 < n_N \leq 2\,360$				$2\,360 < n_N \leq 3\,150$				$3\,150 < n_N \leq 3\,750$							
	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	
Methods of cooling (simplified code)	73	73	76	76	77	78	78	78	79	81	81	81	84	84	81	81	84	84	82	88	88	82	88	88	82	88	88	82
	74	74	78	78	81	82	82	82	83	85	85	85	88	88	85	85	88	88	86	91	91	86	91	91	86	91	91	86
	77	78	81	82	85	86	86	86	86	90	90	90	93	93	89	89	93	93	93	95	95	93	95	95	93	95	95	93
	81	82	85	85	88	90	90	90	90	93	93	93	97	97	93	93	97	97	97	98	98	97	98	98	97	98	98	97
	84	86	88	88	91	94	94	94	93	97	97	97	100	100	96	96	100	100	97	100	100	97	100	100	97	100	100	97
Rated output P_N kW (or kVA)	87	90	91	91	94	98	98	98	96	100	100	102	102	99	99	102	102	101	102	102	101	102	102	101	102	102	101	102
	90	93	94	94	97	100	100	100	98	102	102	104	104	101	101	104	104	103	104	104	103	104	104	103	104	104	103	104
	93	96	97	98	100	103	103	103	101	104	104	106	106	103	103	106	106	105	106	106	105	106	106	105	106	106	105	106
	97	99	100	102	103	106	106	106	103	107	107	109	109	105	105	109	109	107	110	110	107	110	110	107	110	110	107	110
	99	102	103	105	106	108	108	108	106	109	109	111	111	107	107	111	111	110	113	113	110	113	113	110	113	113	110	113
550< P_N ≤1 100	101	105	106	108	108	111	111	104	108	111	111	112	112	109	109	112	112	111	116	116	111	116	116	111	116	116	111	116
1 100< P_N ≤2 200	103	107	108	110	109	113	113	105	109	113	113	115	115	110	110	113	113	112	118	118	112	118	118	112	118	118	112	118
2 200< P_N ≤5 500	105	109	110	112	110	115	115	106	111	115	115	117	117	111	111	115	115	114	120	120	114	120	120	114	120	120	114	120

NOTE 1 Typical enclosure classification IP22 or IP23.

NOTE 2 Typical enclosure classification IP44 or IP55.

**Table 2 – Maximum A-weighted sound power level, L_{WA} in dB, at no-load, 50 Hz, sinusoidal supply
(for single speed three-phase cage induction motors)**

Shaft height, H in mm (NEMA frame number)	IC411, IC511, IC611				IC01, IC11, IC21 IC31, IC71, IC81			
	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole
90 (140)	78	66	63	63	85	73	67	67
100 (N.A.)	82	70	64	64	89	77	68	68
112 (180)	83	72	70	70	90	79	74	74
132 (210)	85	75	73	71	92	82	77	75
160 (250)	87	77	73	72	94	84	77	76
180 (280)	88	80	77	76	95	87	81	80
200 (320)	90	83	80	79	97	90	84	83
225 (360)	92	84	80	79	99	91	84	83
250 (400)	92	85	82	80	99	92	86	84
280 (440)	94	88	85	82	101	95	89	86
315 (500)	98	94	89	88	105	101	93	92
355 (580)	100	95	94	92	107	102	98	96
400 (N.A.)	100	96	95	94	107	103	99	98
450 (680)	100	98	98	96	107	105	102	100
500 (800)	103	99	98	97	110	106	102	101
560 (N.A.)	105	100	99	98	112	107	103	102

NOTE 1 Values combine the cooling methods IC01, IC11, IC21 and IC31, IC71, IC81 within one limit.

NOTE 2 The sound-power levels for 2 and 4 pole motors with shaft heights > 315 mm recognize a directional fan configuration. All other values are for bi-directional fans.

NOTE 3 NEMA frame number is defined in NEMA MG 1.

**Table 3 – Maximum A-weighted sound power level, L_{WA} in dB, at no-load, 60 Hz, sinusoidal supply
(for single speed three-phase cage induction motors)**

Shaft height, H in mm (NEMA frame number)	IC411, IC511, IC611								IC01, IC14, IC21 IC31, IC71, IC81							
	2 pole		4 pole		6 pole		8 pole		2 pole		4 pole		6 pole		8 pole	
	grade A	grade B	grade A	grade B	grade A	grade B	grade A	grade B	grade A	grade B	grade A	grade B	grade A	grade B	grade A	grade B
90 (140)	85	83	70	69	66	64	69	66	90	76	76	70	70	65	70	69
100 (N.A.)	88	87	74	73	67	67	69	67	94	76	80	72	71	67	71	69
112 (180)	88	88	75	74	73	67	73	69	95	80	82	72	77	67	77	69
132 (210)	91	90	79	78	76	71	74	72	97	82	85	76	80	72	78	70
160 (250)	94	92	84	80	76	75	76	75	99	84	87	80	80	76	79	73
180 (280)	94	93	88	83	80	80	80	79	100	86	90	80	84	81	83	76
200 (320)	100	95	89	86	83	83	83	82	102	89	93	84	87	83	86	79
225 (360)	101	97	95	87	86	83	86	82	104	94	94	86	87	86	86	81
250 (400)	102	97	98	88	90	85	89	83	104	98	95	89	89	88	87	84
280 (440)	107	99	105	91	100	88	97	85	107	106	103	98	99	92	95	87
315 (500)	113	103	108	97	103	92	100	91	111	110	108	104	102	96	98	95
355 (580)	116	105	111	98	106	97	102	95	112	112	109	105	107	101	101	99
400 (N.A.)	116	105	111	99	106	98	102	97	112	112	110	106	107	102	101	101
450 (680)	116	105	113	101	106	101	105	99	114	112	110	108	107	105	103	101
500 (800)	118	108	113	102	108	101	107	100	115	114	110	109	109	105	107	104
560 (N.A.)	118	110	113	103	109	102	107	101	117	114	110	110	109	106	107	105

NOTE 1 Values combine the cooling methods IC01, IC11, IC21 and IC31, IC71, IC81 within one limit.

NOTE 2 The sound-power levels for 2 and 4 pole motors with shaft heights > 315 mm recognize a directional fan configuration. All other values are for bi-directional fans.

NOTE 3 NEMA frame number is defined in NEMA MG 1.

**Table 4 – Expected increase, over no-load condition, in A-weighted sound power levels, ΔL_{WA} in dB, for rated load condition
(for motors according to Table 2 and Table 3)**

Shaft height, H mm	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole
$90 \leq H \leq 160$	2	5	7	8
$180 \leq H \leq 200$	2	4	6	7
$225 \leq H \leq 280$	2	3	6	7
$H = 315$	2	3	5	6
$355 \leq H$	2	2	4	5

NOTE 1 This table gives the expected increase at rated load condition to be added to any declared no-load value.

NOTE 2 This table does not give guaranteed values. Values can be different for various machines and manufacturers.

NOTE 3 The values apply to both 50 Hz and 60 Hz supplies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-9:2021

Annex A (informative)

Typical values for measurement surface index

Table A.1 – Typical values for measurement surface index for the conversion from sound power level to sound pressure level based on using parallelepiped measurement surface according to ISO 3744

$$L_S = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

Shaft height, <i>H</i> mm (NEMA frame number)	<i>L_S</i> dB
90 (140)	12
100 (N.A.)	12
112 (180)	12
132 (210)	12
160 (250)	12
180 (280)	13
200 (320)	13
225 (360)	13
250 (400)	14
280 (440)	14
315 (500)	14
355 (580)	15
400 (N.A.)	16
450 (680)	16
500 (800)	17
560 (N.A.)	17
NOTE The values above are only for guidance and are not used for sound power level determination according to ISO 3744 or other relevant standards.	

Annex B (informative)

Information on typical noise increments caused by converter supply

Noise emissions of electromagnetic origin at the converter supply can be considered as the superposition of:

- the noise generated by the voltages and currents of fundamental frequency, which is identical with the noise at sinusoidal supply of the same values, and
- an increment caused by voltages and currents at other frequencies.

Two features mainly influence this increment:

- a) The frequency spectrum at the converter terminals

Three typical frequency spectra can be identified in Figure B.1, Figure B.2 and Figure B.3.

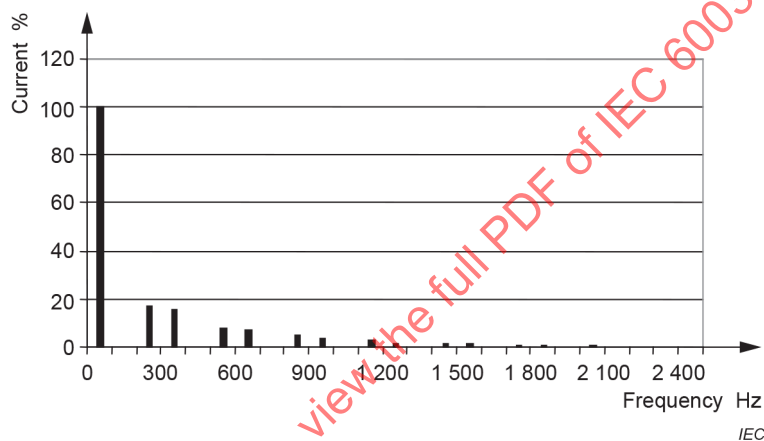


Figure B.1 – Frequency spectrum of the currents at the output terminals of a 6-pulse block-type current-source converter $f_1 = 50$ Hz

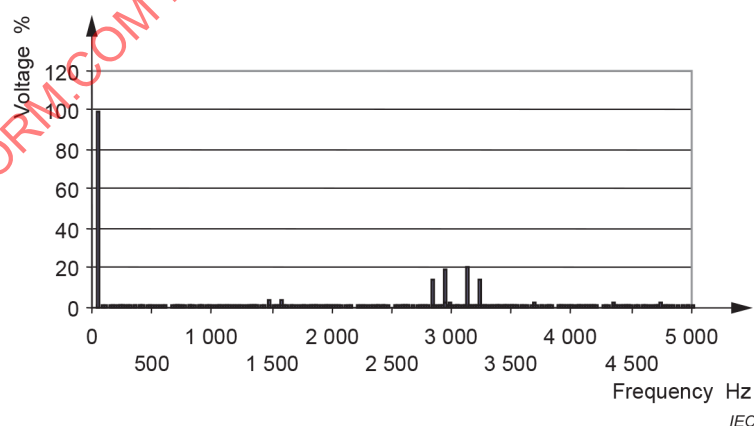


Figure B.2 – Frequency spectrum of the voltages at the terminals of a type A voltage-source converter (characterized by pronounced spikes close to the switching frequency and its multiples) $f_1 = 50$ Hz, $f_s = 3$ kHz

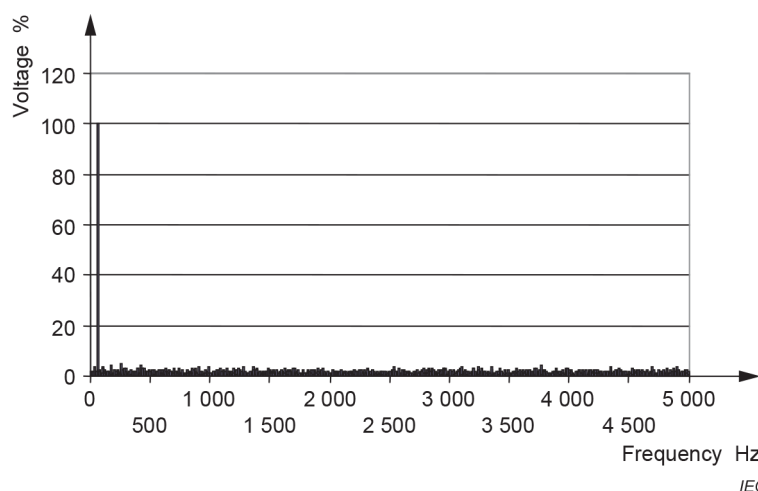


Figure B.3 – Frequency spectrum of the voltages of a type B voltage-source converter (characterized by a broad voltage spectrum without pronounced spikes) $f_1 = 50$ Hz, f_s average = 4,5 kHz

Specific considerations are necessary when the spectrum deviates significantly from a typical spectrum.

- b) Typical values, historically based, for resonance frequencies of the motor for the modes of vibration caused by the harmonics

The relevant resonance frequencies of motors can be grouped according to Table B.1.

Table B.1 – Resonance frequencies of vibration mode r

Shaft height H	Resonance frequencies of vibration mode r			
	$r = 0$	$r = 2$	$r = 4$	$r = 6$
$H \leq 200$ mm	$> 4\,000$ Hz	> 600 Hz	$> 4\,000$ Hz	$> 5\,000$ Hz
$H \geq 280$ mm	$< 3\,000$ Hz	< 500 Hz	$< 2\,500$ Hz	$< 4\,000$ Hz

A magnetically excited tone is generated by the interaction of the fundamental fields of the number of pole pairs p of the fundamental frequency f_1 at the motor terminals and of one of the harmonic frequencies $n \times f_1$, as shown in the relevant frequency spectrum. The tones are of:

frequencies
$$f_r = f_1 \times (n \pm 1) = \begin{cases} (n + 1) \times f_1 \\ (n - 1) \times f_1 \end{cases}$$

vibration modes
$$r = p \pm p = \begin{cases} 2p \\ 0 \end{cases}$$

Usually combinations with $n \times f_1$, close to the switching frequency generate objectionable tones.

A reasonable increase of the audible noise is to be expected, if the frequency and the vibration mode of a tone are close to the corresponding values of the resonant structure of the motor. In some cases, objectionable tones may be avoided by changes to the parameter assignment of the converter.

Table B.2 shows the typical increase of noise, at converter supply, when compared to the noise at sinusoidal supply, with the same fundamental values of voltage and frequency.

Table B.2 – Increments of A-weighted noise values

Kind of converter	Case	Expected increment
Block-type current-source converter	6-pulse or 12-pulse	1 dB to 5 dB The higher values relate to motors with low ventilation noise. Increment depends on load.
Type A voltage-source converter	High frequency voltages of high amplitudes excite resonances of the motor	Up to 15 dB Increment does not depend on load. Initial calculation possible by adequate software.
	High frequency voltages of high amplitudes do not excite resonances of the motor	1 dB to 5 dB Increment does not depend on load.
Type B voltage-source converter	Broad voltage spectrum without pronounced spikes	5 dB to 10 dB Increment does not depend on load.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-9:2021

Bibliography

IEC TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: AC electrical machines used in power drive system – Application guide*

ISO 1680, *Acoustics – Test code for the measurement of airborne noise emitted by rotating electrical machines*

ISO 80000-8, *Quantities and units – Part 8: Acoustics*

NEMA MG 1, *Motors and Generators – Part 9: Rotating Electrical Machines – Sound Power Limits and Measurement Procedures*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-9:2021

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-9:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	23
INTRODUCTION	25
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	26
3 Termes et définitions	27
4 Méthodes de mesure	28
5 Conditions d'essai	29
5.1 Montage de la machine	29
5.1.1 Précautions	29
5.1.2 Montage élastique	29
5.1.3 Montage rigide	29
5.2 Conditions d'exécution de l'essai	29
6 Limites des niveaux de puissance acoustique	30
7 Détermination du niveau de pression acoustique	30
8 Déclaration et vérification des valeurs de puissance acoustique	31
Annexe A (informative) Valeurs types de l'indice de surface de mesure	36
Annexe B (informative) Informations sur l'augmentation type de bruit provoquée par l'alimentation du convertisseur	37
Bibliographie	40
Figure B.1 – Spectre de fréquence des courants aux bornes de sortie d'un convertisseur de source de courant à 6 impulsions $f_1 = 50$ Hz	37
Figure B.2 – Spectre de fréquence des tensions aux bornes d'un convertisseur de source de tension de type A (caractérisé par des pics prononcés au voisinage de la fréquence de commutation et de ses multiples) $f_1 = 50$ Hz, $f_s = 3$ kHz	37
Figure B.3 – Spectre de fréquence des tensions aux bornes d'un convertisseur de source de tension de type B (caractérisé par un large spectre de tension sans pics prononcés) $f_1 = 50$ Hz, f_s moyenne = 4,5 kHz	38
Tableau 1 – Niveau maximal de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en dB, à vide (à l'exclusion des moteurs du Tableau 2 et du Tableau 3) (Méthode de refroidissement, code IC, voir l'IEC 60034-6, Méthode de protection, code IP, voir l'IEC 60034-5)	32
Tableau 2 – Niveau maximal de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en dB, à vide, alimentation sinusoïdale 50 Hz (pour des moteurs triphasés à induction à cage monovitesse)	33
Tableau 3 – Niveau maximal de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en dB, à vide, alimentation sinusoïdale 60 Hz (pour des moteurs triphasés à induction à cage monovitesse)	34
Tableau 4 – Accroissement attendu, par rapport aux conditions à vide, en niveaux de puissance acoustique pondérée A, ΔL_{WA} en dB (dans les conditions de charge assignée des moteurs spécifiés dans le Tableau 2 et le Tableau 3)	35
Tableau A.1 – Valeurs types de l'indice de surface de mesure pour la conversion du niveau de puissance acoustique au niveau de pression acoustique fondée sur la méthode parallélépipédique de surface de mesure conformément à l'ISO 3744	36
Tableau B.1 – Fréquences de résonance du mode vibratoire r	38
Tableau B.2 – Augmentation des valeurs de bruit pondérées A	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 9: Limites de bruit

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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 brevets.

L'IEC 60034-9 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition, parue en 2003 et son amendement 1, paru en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Le Tableau 2 et le Tableau 3 couvrent désormais les méthodes de refroidissement IC01, IC11, IC21 et IC31, IC71, IC81.
- b) La présente édition ajoute le Tableau 3 pour les machines de 60 Hz, tandis que le Tableau 2, qui ne couvre que les machines de 50 Hz, ne présente pas de modification de niveaux.

- c) Dans le Tableau 3, l'ajout du degré A vise à harmoniser les niveaux les plus élevés définis par l'IEC et NEMA, tandis que l'ajout du degré B visait à harmoniser les niveaux plus faibles mais plus restrictifs également définis par l'IEC et NEMA.
- d) L'article "Détermination de l'augmentation de bruit provoquée par l'alimentation du convertisseur" a été transféré dans l'Annexe B et renommé "Informations sur l'augmentation type de bruit provoquée par l'alimentation du convertisseur".

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

FDIS	Rapport de vote
2/2064/FDIS	2/2069/RVD

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.

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.

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/standardsdev/publications.

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 <http://webstore.iec.ch> dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

Les grandeurs acoustiques peuvent être exprimées en valeurs de pression acoustique ou en valeurs de puissance acoustique. L'utilisation d'un niveau de puissance acoustique, qui peut être spécifié indépendamment de la surface de mesure et des conditions d'environnement, évite les complications liées aux niveaux de pression acoustique, qui exigent de spécifier des données supplémentaires. Les niveaux de puissance acoustique donnent une mesure de l'énergie rayonnée et présentent des avantages sur le plan de l'analyse acoustique et de la conception.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-9:2021

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 9: Limites de bruit

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034:

- spécifie les méthodes d'essai pour la détermination du niveau de puissance acoustique des machines électriques tournantes;
- spécifie les niveaux maximaux de puissance acoustique pondérée A pour les essais de réception en usine des machines électriques tournantes alimentées par réseau conformes à l'IEC 60034-1, dont les modes de refroidissement sont conformes à l'IEC 60034-6 et les degrés de protection conformes à l'IEC 60034-5, et qui présentent les caractéristiques suivantes:
 - conception normalisée, courant alternatif ou courant continu, sans modifications spéciales électriques, mécaniques ou acoustiques destinées à réduire le niveau de puissance acoustique
 - puissance assignée de 1 kW (ou kVA) jusqu'à 5 500 kW inclus (ou kVA)
 - vitesse assignée inférieure ou égale à 3 750 min⁻¹

Les limites de bruit applicables aux moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs sont exclues. Voir l'Annexe B pour des recommandations relatives à ces conditions.

L'objet du présent document est d'établir les niveaux maximaux de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en décibels (dB), pour le bruit aérien émis par les machines électriques tournantes de conception normalisée, en fonction de la puissance, de la vitesse et de la charge, ainsi que de spécifier la méthode de mesure et les conditions d'essai appropriées pour la détermination du niveau de puissance acoustique des machines afin de fournir une évaluation normalisée du bruit des machines jusqu'aux niveaux maximaux spécifiés de puissance acoustique. Le présent document ne donne pas de correction relative à l'existence de caractéristiques tonales.

Les niveaux de pression acoustique à distance d'une machine peuvent être exigés dans certaines applications, telles que des programmes de protection de l'ouïe. Des informations sur une telle procédure dans un environnement d'essai normalisé sont fournies dans l'Article 7.

NOTE 1 Le présent document reconnaît que, pour des raisons économiques, des machines à niveau de bruit normalisé sont utilisées dans des zones non critiques ou avec des moyens supplémentaires d'atténuation du bruit.

NOTE 2 Lorsque des niveaux de puissance acoustique inférieurs à ceux spécifiés dans le Tableau 1, le Tableau 2 ou le Tableau 3 sont exigés, ils font l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur, car une conception électrique, mécanique ou acoustique spéciale peut entraîner des mesures supplémentaires.

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

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

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

ISO 3741, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes de laboratoire en salles d'essais réverbérantes*

ISO 3743-1, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes d'expertise en champ réverbéré applicables aux petites sources transportables – Partie 1: Méthode par comparaison en salle d'essai à parois dures*

ISO 3743-2, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthodes d'expertise en champ réverbéré applicables aux petites sources transportables – Partie 2: Méthodes en salle d'essai réverbérante spéciale*

ISO 3744, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

ISO 3745, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïques et les salles semi-anéchoïques*

ISO 3746, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*

ISO 3747, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode d'expertise et de contrôle pour une utilisation in situ en environnement réverbérant*

ISO 4871, *Acoustique – Déclaration et vérification des valeurs d'émission sonore des machines et équipements*

ISO 9614-1, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1: Mesurages par points*

ISO 9614-2, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 2: Mesurage par balayage*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants 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**niveau de puissance acoustique** L_W

dix fois le logarithme en base 10 du rapport de la puissance acoustique rayonnée par la source à l'essai et de la puissance acoustique de référence [$W_0 = 1 \text{ pW}$ (10^{-12} W)] exprimé en décibels

3.2**niveau de pression acoustique** L_p

dix fois le logarithme en base 10 du rapport de la pression acoustique au carré et de la pression acoustique de référence au carré [$P_0 = 20 \text{ } \mu\text{Pa}$ ($2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$)] exprimé en décibels

3.3**indice de surface de mesure** L_s

dix fois le logarithme en base 10 du rapport de la surface de mesure S et de la surface de référence [$S_0 = 1 \text{ m}^2$] exprimé en décibels

3.4**valeur maximale**

valeur qui définit la limite supérieure sans tolérance supplémentaire

4 Méthodes de mesure

4.1 Les mesures de niveaux de pression acoustique et le calcul du niveau de puissance acoustique produit par la machine doivent être effectués conformément à l'ISO 3744, à moins que l'une des méthodes alternatives spécifiées en 4.3 ou 4.4 ci-dessous ne s'applique.

NOTE La pratique générale consiste à utiliser la méthode parallélépipédique pour toutes les hauteurs d'axe.

4.2 Les niveaux maximaux de puissance acoustique spécifiés dans le Tableau 1, le Tableau 2 et le Tableau 3 ou ajustés selon le Tableau 4 sont relatifs aux mesures effectuées selon 4.1.

4.3 Le cas échéant, l'une des méthodes de précision ou de niveau d'exigence technique, comme les méthodes de l'ISO 3741, l'ISO 3743-1, l'ISO 3743-2, l'ISO 3745, l'ISO 9614-1 ou l'ISO 9614-2, peut être utilisée pour déterminer les niveaux de puissance acoustique.

4.4 La méthode plus simple, mais moins exacte spécifiée dans l'ISO 3746 ou l'ISO 3747 peut être utilisée, spécialement lorsque les conditions d'environnement exigées par l'ISO 3744 ne peuvent pas être satisfaites (par exemple, pour les grandes machines).

Toutefois, pour démontrer la conformité au présent document, les niveaux du Tableau 1, du Tableau 2 et du Tableau 3 doivent être diminués de 2 dB, à moins que, conformément à l'ISO 3746 ou l'ISO 3747, une correction due à l'inexactitude de mesure n'ait déjà été appliquée aux valeurs déterminées par cette méthode.

4.5 Dans le cas d'un essai effectué dans des conditions de charge assignée, les méthodes de l'ISO 9614 sont préférentielles. Toutefois, d'autres méthodes sont permises lorsque la machine en charge et les équipements auxiliaires sont isolés acoustiquement ou placés en dehors de l'environnement d'essai.

5 Conditions d'essai

5.1 Montage de la machine

5.1.1 Précautions

Il convient de veiller à réduire le plus possible la transmission et le rayonnement des bruits d'origine structurelle émis par tous les éléments de montage, y compris les fondations. Cette réduction peut être réalisée par un montage élastique pour les plus petites machines. Toutefois, les machines plus grandes ne peuvent généralement être soumises à l'essai que dans des conditions de montage rigide.

Les machines soumises à l'essai en charge doivent être montées de façon rigide.

5.1.2 Montage élastique

La fréquence propre du système de support et de la machine à l'essai doit être inférieure au tiers de la fréquence correspondant à la vitesse de rotation la plus basse de la machine.

La masse effective du support élastique doit être inférieure ou égale à un dixième de la masse de la machine à l'essai.

5.1.3 Montage rigide

Les machines doivent être montées de façon rigide sur une surface de dimensions adaptées au type de machine (par exemple, fixées par pattes ou brides selon les instructions du constructeur). La machine ne doit pas être soumise à des contraintes de montage supplémentaires par des calages ou des fixations incorrects.

5.2 Conditions d'exécution de l'essai

Les conditions d'essai suivantes doivent être appliquées:

- a) La machine doit fonctionner à la ou aux tensions assignées, à la fréquence assignée et à la ou aux vitesses assignées, et avec le ou les courants de champ appropriés (le cas échéant). Ces valeurs doivent être mesurées avec des instruments d'exactitude inférieure ou égale à 1 %.
 - La condition de charge normalisée doit être à vide, sauf pour les moteurs série à rotor bobiné.
 - Lorsque cela est exigé, la machine doit être soumise à l'essai en fonctionnement à un niveau de charge convenu.
- b) Les machines doivent être soumises à l'essai dans leur position de fonctionnement, à leur point de fonctionnement spécifié qui génère le bruit le plus important.
- c) Pour un moteur à courant alternatif, la forme d'onde et le taux de déséquilibre du système d'alimentation doivent être conformes aux exigences de l'IEC 60034-1.

NOTE Tout accroissement de la distorsion de la forme d'onde de tension (et de courant), et de déséquilibre a pour effet une augmentation de bruit.

- d) Un moteur synchrone avec champ d'excitation ajustable doit être mis en rotation avec l'excitation appropriée pour obtenir un facteur de puissance unitaire, ou pour les grandes machines, soumis à l'essai comme une génératrice.
- e) Une génératrice doit être mise en fonctionnement comme moteur ou doit être entraînée à la vitesse assignée avec l'excitation appropriée pour obtenir la tension assignée en circuit ouvert.
- f) Une machine conçue pour fonctionner sur plus d'une vitesse doit être évaluée sur la plage de vitesses de fonctionnement.

- g) Un moteur destiné à être réversible doit être mis en fonctionnement dans les deux sens, à moins qu'aucune différence de niveau de puissance acoustique ne soit envisagée. Un moteur unidirectionnel doit être soumis à l'essai dans son sens de rotation de conception.

6 Limites des niveaux de puissance acoustique

Lors de l'essai d'une machine dans les conditions spécifiées à l'Article 5, son niveau de puissance acoustique ne doit pas dépasser la ou les valeurs appropriées spécifiées comme suit:

- a) Pour une machine, autre que les machines spécifiées en b), avec fonctionnement à vide, les valeurs doivent être celles spécifiées dans le Tableau 1.
- b) Pour les moteurs triphasés à induction à cage monovitesse, dont le refroidissement correspond aux codes IC411, IC511, IC611, IC01, IC11, IC21, IC31, IC71 et IC81, de fréquence 50 Hz ou 60 Hz, avec des hauteurs d'axe comprises entre 90 et 560 mm inclus, et de puissance assignée n'étant pas inférieure à 1,0 kW, ni supérieure à 1 000 kW:
 - dans le cas d'un fonctionnement à vide, les valeurs doivent être celles spécifiées dans le Tableau 2 et le Tableau 3
 - dans le cas d'un fonctionnement à la charge assignée, la valeur doit être égale à la somme des valeurs établies dans le Tableau 2, le Tableau 3 et le Tableau 4
 - le degré A indiqué dans le Tableau 3 est le niveau maximal auquel un moteur normalisé de fréquence 60 Hz doit satisfaire
 - le degré B indiqué dans le Tableau 3 représente un niveau réduit pour les moteurs de fréquence 60 Hz qui satisfait aux exigences plus sévères de l'utilisateur final
 - sauf demande spécifique d'application du degré B, le degré A doit être utilisé comme le niveau de bruit par défaut pour les moteurs de fréquence 60 Hz.

NOTE 1 Les limites du Tableau 1, du Tableau 2 et du Tableau 3 prennent en compte les niveaux d'exactitude de classe 2 d'incertitude de mesure et de variations de production.

NOTE 2 Les niveaux de puissance acoustique, dans des conditions de pleine charge, sont normalement supérieurs aux niveaux à vide. Généralement, lorsque le bruit de la ventilation est prédominant, la variation peut être faible, mais, lorsque le bruit électromagnétique est prédominant, la variation peut être significative.

NOTE 3 Les limites sont indépendantes du sens de rotation. Une machine avec un ventilateur unidirectionnel est généralement moins bruyante qu'une machine avec un ventilateur bidirectionnel. Cet effet est plus significatif pour des machines à vitesses élevées, qui peuvent être conçues pour fonctionner dans un seul sens de rotation.

NOTE 4 Pour certaines machines, les limites du Tableau 1 peuvent ne pas être applicables pour des vitesses plus basses que la vitesse nominale. Dans un tel cas, ou lorsque la relation entre le niveau de bruit et la charge est importante, il convient que les limites fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

NOTE 5 Pour les machines multivitesse, les valeurs du Tableau 1 s'appliquent.

7 Détermination du niveau de pression acoustique

Les niveaux de pression acoustique ne sont pas exigés comme partie intégrante du présent document.

Toutefois, lorsque l'utilisateur final demande de fournir des niveaux de pression acoustique, par exemple conformément à l'Annexe A, ces niveaux doivent être fournis selon un accord entre l'utilisateur et le constructeur. Un niveau de pression acoustique pondérée A peut être déterminé directement à partir du niveau de puissance acoustique de la façon suivante:

$$L_p = L_W - L_S$$

$$L_S = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

où:

- L_p est le niveau de pression acoustique en champ libre sur un plan réfléchissant à 1 m de distance de la machine;
- L_W est le niveau de puissance acoustique déterminé selon le présent document;
- L_S est l'indice de surface de mesure;
- S_0 vaut 1,0 m²;
- S est la surface d'enveloppement de la machine à une distance de 1 m, conformément à l'ISO 3744, 7.2.4 (Surface de mesure parallélépipédique).

NOTE 1 Ces niveaux de pression acoustique sont définis en champ libre sur un plan réfléchissant. Le niveau de pression acoustique dans des conditions *in situ* (c'est-à-dire dans le cas d'exigences relatives à la protection de l'ouïe) est différent.

NOTE 2 Voir l'Annexe A pour des valeurs types de l'indice de surface de mesure utilisé pour les conversions des niveaux de puissance acoustique en niveaux de pression acoustique pour les machines définies dans le Tableau 2 et le Tableau 3.

8 Déclaration et vérification des valeurs de puissance acoustique

Une machine peut être déclarée conforme au présent document lorsque, au cours d'un essai effectué dans les conditions spécifiées à l'Article 5, le niveau de puissance acoustique de la machine ne dépasse pas la valeur spécifiée à l'Article 6.

La méthode choisie ainsi que le type de surface de mesure utilisée doivent être consignés dans un rapport.

Lorsque cela est demandé, les valeurs de puissance acoustique déterminées selon le présent document peuvent être consignées dans un rapport selon les procédures de l'ISO 4871 en utilisant la double présentation (niveau de puissance acoustique L et incertitude K déterminés).

Les valeurs de l'incertitude K sont les suivantes:

- a) pour une machine seule
 - 1,5 dB (degré 1: laboratoire)
 - 2,5 dB (degré 2: expertise)
 - 4,5 dB (degré 3: vérification) (confiance à 95 %).
- b) pour un ensemble de machines du même lot
 - 1,5 dB à 4,0 dB (degrés 1 et 2)
 - 4,0 dB à 6,0 dB (degré 3).

Vitesse assignée n_N min ⁻¹	$n_N \leq 960$				$960 < n_N \leq 1\,320$				$1\,320 < n_N \leq 1\,900$				$1\,900 < n_N \leq 2\,360$				$2\,360 < n_N \leq 3\,150$				$3\,150 < n_N \leq 3\,750$			
Méthodes de refroidissement (code simplifié)	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7	IC01 IC11 IC21	IC411 IC511 IC611	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7
	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 2
Puissance assignée P_N kW (ou kVA)																								
$1 \leq P_N \leq 1,1$	73	73	-	76	76	-	77	78	-	79	81	-	81	84	-	82	88	-	82	88	-	-	-	
$1,1 < P_N \leq 2,2$	74	74	-	78	78	-	81	82	-	83	85	-	85	88	-	86	91	-	86	91	-	-	-	
$2,2 < P_N \leq 5,5$	77	78	-	81	82	-	85	86	-	86	90	-	89	93	-	93	95	-	93	95	-	-	-	
$5,5 < P_N \leq 11$	81	82	-	85	85	-	88	90	-	90	93	-	93	97	-	97	98	-	97	98	-	-	-	
$11 < P_N \leq 22$	84	86	-	88	88	-	91	94	-	93	97	-	96	100	-	97	100	-	97	100	-	-	-	
$22 < P_N \leq 37$	87	90	-	91	91	-	94	98	-	96	100	-	99	102	-	101	102	-	101	102	-	-	-	
$37 < P_N \leq 55$	90	93	-	94	94	-	97	100	-	98	102	-	101	104	-	103	104	-	103	104	-	-	-	
$55 < P_N \leq 110$	93	96	-	97	98	-	100	103	-	101	104	-	103	106	-	105	106	-	105	106	-	-	-	
$110 < P_N \leq 220$	97	99	-	100	102	-	103	106	-	103	107	-	105	109	-	107	110	-	107	110	-	-	-	
$220 < P_N \leq 550$	99	102	98	103	105	100	106	108	102	106	109	102	107	111	102	110	113	105	110	113	105	105	105	
$550 < P_N \leq 1\,100$	101	105	100	106	108	103	108	111	104	108	111	104	109	112	104	111	116	106	111	116	106	106	106	
$1\,100 < P_N \leq 2\,200$	103	107	102	108	110	105	109	113	105	109	113	105	110	113	105	112	118	107	112	118	107	107	107	
$2\,200 < P_N \leq 5\,500$	105	109	104	110	112	106	110	115	106	111	115	107	112	115	107	114	120	109	114	120	109	109	109	

NOTE 1 Classification d'enveloppe type IP22 ou IP23.

NOTE 2 Classification d'enveloppe type IP44 ou IP55.

Tableau 2 – Niveau maximal de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en dB, à vide, alimentation sinusoïdale 50 Hz
(pour des moteurs triphasés à induction à cage monovitesse)

Hauteur d'axe, H en mm (désignation numérique NEMA)	IC411, IC511, IC611				IC01, IC11, IC21 IC31, IC71, IC81			
	2 pôles	4 pôles	6 pôles	8 pôles	2 pôles	4 pôles	6 pôles	8 pôles
90 (140)	78	66	63	63	85	73	67	67
100 (N.A.)	82	70	64	64	89	77	68	68
112 (180)	83	72	70	70	90	79	74	74
132 (210)	85	75	73	71	92	82	77	75
160 (250)	87	77	73	72	94	84	77	76
180 (280)	88	80	77	76	95	87	81	80
200 (320)	90	83	80	79	97	90	84	83
225 (360)	92	84	80	79	99	91	84	83
250 (400)	92	85	82	80	99	92	86	84
280 (440)	94	88	85	82	101	95	89	86
315 (500)	98	94	89	88	105	101	93	92
355 (580)	100	95	94	92	107	102	98	96
400 (N.A.)	100	96	95	94	107	103	99	98
450 (680)	100	98	98	96	107	105	102	100
500 (800)	103	99	98	97	110	106	102	101
560 (N.A.)	105	100	99	98	112	107	103	102

NOTE 1 Les valeurs combinent les méthodes de refroidissement IC01, IC11, IC21 et IC31, IC71, IC81 dans une seule limite.

NOTE 2 Les niveaux de puissance acoustique des moteurs à 2 pôles et à 4 pôles dont les hauteurs d'axe > 315 mm prennent en compte une configuration avec ventilateur unidirectionnel. Toutes les autres valeurs s'appliquent aux ventilateurs bidirectionnels.

NOTE 3 La désignation numérique NEMA est définie dans la norme NEMA MG 1.