

INTERNATIONAL
STANDARD

IEC
CEI

NORME
INTERNATIONALE

60034-9

Edition 4.1

2007-07

Edition 4:2003 consolidated with amendment 1:2007
Edition 4:2003 consolidée par l'amendement 1:2007

Rotating electrical machines –

**Part 9:
Noise limits**

Machines électriques tournantes –

**Partie 9:
Limites de bruit**



Reference number
Numéro de référence
IEC/CEI 60034-9:2003+A1:2007



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

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

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

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

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

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

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

INTERNATIONAL
STANDARD

IEC
CEI

NORME
INTERNATIONALE

60034-9

Edition 4.1

2007-07

Edition 4:2003 consolidated with amendment 1:2007
Edition 4:2003 consolidée par l'amendement 1:2007

Rotating electrical machines –

**Part 9:
Noise limits**

Machines électriques tournantes –

**Partie 9:
Limites de bruit**

LICENSED TO MECON Limited, - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRICE CODE
CODE PRIX **CC**

*For price, see current catalogue
Pour prix, voir catalogue en vigueur*

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.....	8
5.1.3 Rigid mounting	9
5.2 Test operating conditions	9
6 Sound power level limits.....	9
7 Determination of noise increments caused by converter supply	10
8 Determination of sound pressure level.....	12
9 Declaration and verification of sound power values	13
Table 1 – Maximum A-weighted sound power level, L_{WA} in dB, at no-load (excluding motors according to Table 2)	14
Table 2 – Maximum A-weighted sound power level, L_{WA} in dB, at no-load (for single speed three-phase cage induction motors IC411, IC511, IC611)	15
Table 3 – Maximum 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)	16

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

This edition includes the following significant technical changes:

- this edition reduces the no-load noise limits for single-speed, cage-induction motors according to Table 2;
- it also provides informative guidance on
 - the measurement surface to be used during some tests,
 - a method for the determination of an average sound pressure level,
 - an indication of "uncertainty" based upon the category of test procedure.

This consolidated version of IEC 60034-9 consists of the fourth edition (2003) [documents 2/1256/FDIS and 2/1272/RVD] and its amendment 1 (2007) [documents 2/1383/CDV and 2/1413/RVC].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment(s) and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 4.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

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

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

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

INTRODUCTION

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.

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 a.c. or d.c., 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.
- provides guidance for the determination of noise levels for a.c. cage induction motors supplied by converters.

Excluded are a.c. motors supplied by converters. For these conditions see IEC 60034-17 for guidance.

The object of this standard 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 standard 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 8 based on a standardized test environment.

NOTE 1 This standard 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 Tables 1 or 2 are required, these should be agreed between the manufacturer and the purchaser, as special electrical, mechanical, or acoustical design may involve additional measures.

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

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

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: Method for special reverberation test rooms*

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

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

ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power 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 of noise sources using sound pressure – Comparison method in situ*

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 terms and definitions given in the standards listed in the normative references together with the following apply.

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 [$P_0 = 20 \text{ } \mu\text{Pa}$ ($2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$)] expressed in decibels

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 recommended that the hemispherical method be used for machines with shaft height up to 180 mm and the parallelepiped method used for machines larger than 355 mm. Either method may be used for intermediate shaft heights.

4.2 The maximum sound power levels specified in Tables 1 and 2 or adjusted by Table 3, 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 standard, 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 Tables 1 and 2 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 quarter 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.
 - 1) The standard load condition shall be no-load, except for series wound motors.
 - 2) 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 a.c. motor, the waveform and the degree of unbalance of the supply system shall comply with the requirements of 6.2 of IEC 60034-1.

NOTE Any increase of voltage (and current) waveform distortion and unbalance will result in an increase in noise.
- d) A synchronous motor 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 IC01, IC11, IC21, IC411, IC511 or IC611, at 50 Hz or 60 Hz, 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;
 - operating at rated load shall be the sum of the values established in Tables 2 and 3.

Converter-supplied a.c. machines are excluded from specified limits.

NOTE 1 The limits of Tables 1 and 2 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 noise increments caused by converter supply

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

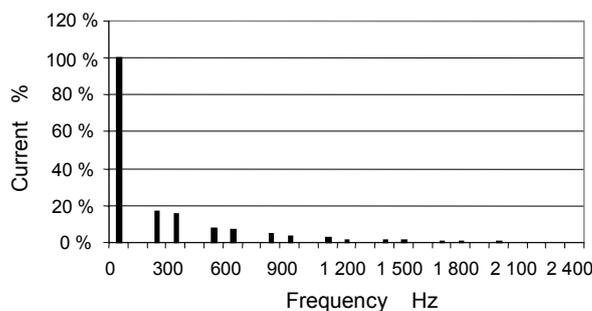
- the noise generated by the voltages and currents of fundamental frequency, which is identical with the noise at sinusoidal supply of the same values, and
- an increment caused by voltages and currents at other frequencies.

Two features mainly influence this increment:

a) The frequency spectrum at the converter terminals

Three typical frequency spectra can be identified:

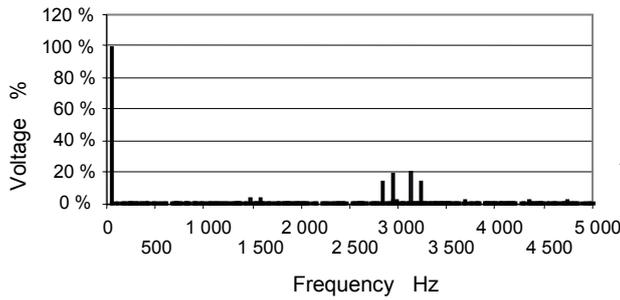
1) Spectrum of a block-type current-source converter



Frequency spectrum of the currents at the output terminals of a 6-pulse current-source converter
 $f_1 = 50 \text{ Hz}$

IEC 337/07

2) Spectrum of type A voltage-source converter (characterized by pronounced spikes CLOSE to the switching frequency and its multiples)

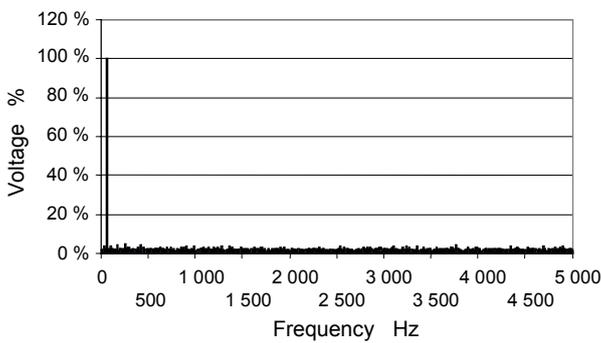


Frequency spectrum of the voltages at the terminals of a type A voltage-source converter

$f_1 = 50 \text{ Hz}, f_s = 3 \text{ kHz}$

IEC 338/07

3) Spectrum of type B voltage-source converter (characterized by a broad voltage spectrum without pronounced spikes.)



Frequency spectrum of the voltages of a type B voltage-source converter

$f_1 = 50 \text{ Hz}, f_s \text{ average} = 4,5 \text{ kHz}$

IEC 339/07

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

b) The 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 the following table:

Shaft height H	Resonance frequencies of vibration mode r			
	r = 0	r = 2	r = 4	r = 6
H ≤ 200 mm	> 4 000 Hz	> 600 Hz	> 4 000 Hz	> 5 000 Hz
H ≥ 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 $n \cdot f_1$, as shown in the relevant frequency spectrum. The tones are of:

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

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

Usually combinations with $n \cdot f_1$, 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.

The following table shows the expected increase of noise, at converter supply, when compared to the noise at sinusoidal supply, with the same fundamental values of voltage and frequency.

Increments of noise

Kind of converter	Case	Expected increment
Block-type current-source converter	6-pulse or 12-pulse	1 to 5 dB(A) 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(A) Increment does not depend on load. Initial calculation possible by adequate software.
	High frequency voltages of high amplitudes do <u>not</u> excite resonances of the motor	1 to 5 dB(A) Increment does not depend on load.
Type B voltage-source converter	Broad voltage spectrum without pronounced spikes	5 to 10 dB(A) Increment does not depend on load.

8 Determination of sound pressure level

Sound pressure levels are not required as part of this Standard. If requested, an A-weighted sound pressure level may be determined directly from the sound power level as follows:

$$L_p = L_W - 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

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 standard;
- S_0 is 1,0 m²;
- S is the area of the surface enveloping the machine at a distance from the machine of 1 m according to ISO 3744 and the following rule:

Shaft height mm	Surface area, S m ²
≤280	Hemisphere
>280	Parallelepiped

NOTE 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.

9 Declaration and verification of sound power values

A machine can be declared to comply with this standard 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 Standard 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)

Table 1 – Maximum A-weighted sound power level, L_{WA} in dB, at no-load (excluding motors according to Table 2)
 (Method of cooling, IC code, see IEC 60034-6)
 (Method of protection, IP code, see IEC 60034-5)

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 Note 1	IC411 IC511 IC611 Note 2	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7 Note 2	IC01 IC11 IC21 Note 1	IC411 IC511 IC611 Note 2	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7 Note 2	IC01 IC11 IC21 Note 1	IC411 IC511 IC611 Note 2	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7 Note 2	IC01 IC11 IC21 Note 1	IC411 IC511 IC611 Note 2	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7 Note 2	IC01 IC11 IC21 Note 1	IC411 IC511 IC611 Note 2	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7 Note 2	IC01 IC11 IC21 Note 1	IC411 IC511 IC611 Note 2	IC31 IC71W IC81W IC8A1W7 Note 2
Rated output P_N kW (or kVA)																		
$1 \leq P_N \leq 1,1$	73	73	-	76	76	-	77	78	81	-	81	81	79	84	-	82	88	-
$1,1 < P_N \leq 2$	74	74	-	78	78	-	81	82	85	-	85	85	83	88	-	86	91	-
$2,2 < P_N \leq 5,5$	77	78	-	81	82	-	85	86	90	-	90	89	89	93	-	93	95	-
$5,5 < P_N \leq 11$	81	82	-	85	85	-	88	90	93	-	93	93	90	97	-	97	98	-
$11 < P_N \leq 22$	84	86	-	88	88	-	91	94	97	-	97	96	93	100	-	97	100	-
$22 < P_N \leq 37$	87	90	-	91	91	-	94	98	100	-	100	99	96	102	-	101	102	-
$37 < P_N \leq 55$	90	93	-	94	94	-	97	100	102	-	102	101	98	104	-	103	104	-
$55 < P_N \leq 110$	93	96	-	97	98	-	100	103	104	-	104	103	101	106	-	105	106	-
$110 < P_N \leq 220$	97	99	-	100	102	-	103	106	107	-	107	105	103	109	-	107	110	-
$220 < P_N \leq 550$	99	102	98	103	105	100	106	108	109	102	102	107	106	111	102	110	113	105
$550 < P_N \leq 1\ 100$	101	105	100	106	108	103	108	111	111	104	104	109	108	112	104	111	116	106
$1\ 100 < P_N \leq 2\ 200$	103	107	102	108	110	105	109	113	113	105	105	110	109	113	105	112	118	107
$2\ 200 < P_N \leq 5\ 500$	105	109	104	110	112	106	110	115	115	106	107	112	111	115	107	114	120	109

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
(for single speed three-phase cage induction motors IC411, IC511, IC611)**

Shaft height, H mm	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole
90	78	66	63	63
100	82	70	64	64
112	83	72	70	70
132	85	75	73	71
160	87	77	73	72
180	88	80	77	76
200	90	83	80	79
225	92	84	80	79
250	92	85	82	80
280	94	88	85	82
315	98	94	89	88
355	100	95	94	92
400	100	96	95	94
450	100	98	98	96
500	103	99	98	97
560	105	100	99	98

NOTE 1 Motors of IC01, IC11, IC21 may have higher sound-power levels as follows:
2 and 4 poles: + 7 dB(A); 6 and 8 poles: + 4 dB(A).

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

NOTE 3 Values for 60 Hz motors are increased as follows:
2 pole: + 5 dB(A); 4, 6 and 8 poles: + 3 dB(A).

Table 3 – Maximum 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)

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 maximum expected increase at rated load condition to be added to any declared no-load value.				
NOTE 2 The values apply to both 50 Hz and 60 Hz supplies.				

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application.....	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	23
4 Méthodes de mesure	24
5 Conditions d'essai.....	24
5.1 Montage de la machine.....	24
5.1.1 Précautions	24
5.1.2 Montage résilient	24
5.1.3 Montage rigide.....	25
5.2 Conditions d'exécution de l'essai	25
6 Limites des niveaux de puissance acoustique	25
7 Détermination de l'accroissement du bruit provoqué par l'alimentation du convertisseur	26
8 Détermination du niveau de pression acoustique	28
9 Déclaration et vérification des valeurs de puissance acoustique	29
Tableau 1 – Niveaux maximaux de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en dB, à vide (à l'exclusion des moteurs du Tableau 2)	30
Tableau 2 – Niveaux maximaux de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en dB, à vide (pour des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse IC411, IC511, IC611)	31
Tableau 3 – Accroissement maximal 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 au Tableau 2).....	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 9: Limites de bruit

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60034-9 a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Cette édition comprend les changements techniques significatifs suivants:

- cette édition réduit les limites de niveau de bruit à vide des moteurs à induction, à cage et simple vitesse en accord avec le Tableau 2;
- elle fournit également des conseils à titre informatif sur
 - les surfaces de mesure à utiliser durant les essais,
 - une méthode pour la détermination du niveau de pression acoustique moyen,
 - une indication de « l'incertitude » liée à la catégorie de la procédure d'essai.

Cette version consolidée de la CEI 60034-9 comprend la quatrième édition (2003) [documents 2/1256/FDIS et 2/1272/RVD] et son amendement 1 (2007) [documents 2/1383/CDV et 2/1413/RVC].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son (ses) amendement(s); cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 4.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

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

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

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

INTRODUCTION

Les grandeurs acoustiques peuvent être exprimées en termes de pression acoustique ou en termes 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 dans l'analyse acoustique et la conception.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 9: Limites de bruit

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 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 la CEI 60034-1, dont les modes de refroidissement sont conformes à la CEI 60034-6 et les degrés de protection conformes à la CEI 60034-5, et qui présentent les caractéristiques suivantes:
 - conception normale, courant alternatif ou courant continu, sans modifications spéciales électriques, mécaniques ou acoustiques destinées à réduire le niveau de bruit;
 - puissance assignée de 1 kW (ou kVA) à 5 500 kW (ou kVA);
 - vitesse inférieure ou égale à 3 750 min⁻¹.
- donne des lignes directrices pour la détermination des niveaux de bruit pour les moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs.

Les moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs sont exclus. Pour ces configurations, voir la CEI 60034-17 comme guide.

L'objet de la présente norme 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 normale, 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. La présente norme 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 8.

NOTE 1 La présente norme reconnaît que, pour des raisons économiques, des machines à niveau de bruit normal sont utilisées dans des zones non critiques ou avec des moyens supplémentaires d'atténuation du bruit.

NOTE 2 Lorsque des niveaux de bruit inférieurs à ceux spécifiés dans les Tableaux 1 et 2 sont exigés, il est recommandé qu'ils soient l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur car une conception spéciale électrique, mécanique ou acoustique peut entraîner des mesures supplémentaires.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

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

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

ISO 3741, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthodes de laboratoire pour des sources à large bande dans des salles réverbérantes*

ISO 3743-1, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – 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 émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthodes d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

ISO 3745, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïque et semi-anéchoïque*

ISO 3746, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance 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 émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de comparaison pour une utilisation in situ*

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: Mesurages par balayage*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans les normes citées dans les références normatives ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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 conditions spécifiées en 4.3 et 4.4 ne soit applicable.

NOTE Il est recommandé que la méthode hémisphérique soit utilisée pour les machines ayant une hauteur d'arbre allant jusqu'à 180 mm et que la méthode parallélépipédique soit utilisée pour les machines ayant une hauteur d'arbre de plus de 355 mm. L'une ou l'autre de ces méthodes peut être utilisée pour des hauteurs d'arbre intermédiaires.

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

4.3 Si approprié, l'une des autres méthodes d'un degré de précision de laboratoire ou d'expertise telles que 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 précise 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 être satisfaites (par exemple, pour les grandes machines).

Toutefois, pour prouver la conformité à la présente norme, les niveaux des Tableaux 1 et 2 doivent être diminués de 2 dB, à moins que conformément à l'ISO 3746 ou l'ISO 3747 une correction due à l'imprécision de la mesure n'ait déjà été appliquée aux valeurs déterminées par cette méthode.

4.5 Dans le cas d'essai à pleine charge, les méthodes de l'ISO 9614 sont préférables. Toutefois, d'autres méthodes sont permises si 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 prendre soin de réduire au minimum la transmission et le rayonnement des bruits d'origine structurelle émis par les éléments de montage, y compris les fondations. Cette réduction peut être réalisée par un montage résilient pour les plus petites machines; par contre, les grandes machines ne peuvent généralement être essayées que dans des conditions de montage rigide.

Les machines essayées en charge doivent avoir un montage rigide.

5.1.2 Montage résilient

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

La masse effective du support résilient 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 incorrectes.

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 à la ou aux vitesses assignées, et avec l'intensité ou les intensités de champ appropriées (si applicable). Toutes ces valeurs doivent être mesurées avec des instruments de précision supérieure ou égale à 1,0 %.
 - 1) La condition de charge normale doit être à vide, sauf pour les moteurs séries à courant continu.
 - 2) Si exigé, la machine doit être essayée en fonctionnement à un niveau de charge déterminé par accord.
- b) Les machines doivent être essayées dans leur position de fonctionnement, à leur point de fonctionnement assigné 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 prescriptions de 6.2 de la CEI 60034-1.

NOTE Tout accroissement de la distorsion de la forme d'onde de tension (et courant), et de déséquilibre aura pour effet une augmentation de bruit.
- d) Un moteur synchrone doit être mis en rotation avec l'excitation appropriée pour obtenir un facteur de puissance égal à 1, ou pour les grandes machines, essayé 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 à deux ou plusieurs vitesses distinctes doit être essayée à chaque vitesse.
- g) Un moteur conçu pour être réversible doit être mis en fonctionnement dans les deux sens, sauf si aucune différence de niveau de puissance acoustique n'est envisagée. Un moteur unidirectionnel doit être essayé 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, le niveau de puissance acoustique ne doit pas dépasser la ou les valeurs appropriées ci-dessous:

- a) Pour une machine, autre que celles spécifiées en b), fonctionnant à vide, les valeurs spécifiées dans le Tableau 1.
- b) Pour les moteurs monovitesse triphasés à induction, à cage, dont le refroidissement correspond aux codes IC01, IC11, IC21, IC411, IC511, IC611, de fréquence 50 Hz ou 60 Hz, et de puissance assignée supérieure à 1,0 kW mais inférieure ou égale à 1 000 kW:
 - fonctionnant à vide, les valeurs spécifiées dans le Tableau 2;
 - fonctionnant à puissance assignée, la valeur égale à la somme des valeurs spécifiées dans les Tableaux 2 et 3.

Les machines à courant alternatif alimentées par convertisseurs sont exclues des limites spécifiées.

NOTE 1 Les limites des Tableaux 1 et 2 prennent en compte les niveaux de précision de classe 2 d'incertitude de mesure et de variations de production.

NOTE 2 En charge, normalement, les niveaux de puissance sont supérieurs aux niveaux à vide. Généralement, si le bruit de la ventilation est prédominant, la variation peut être faible, mais, si le bruit électromagnétique est prédominant, la variation peut être sensible.

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 est recommandé 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 sont applicables.

7 Détermination de l'accroissement du bruit provoqué par l'alimentation du convertisseur

Les émissions de bruit d'origine électromagnétique au niveau de l'alimentation du convertisseur peuvent être considérées comme la superposition:

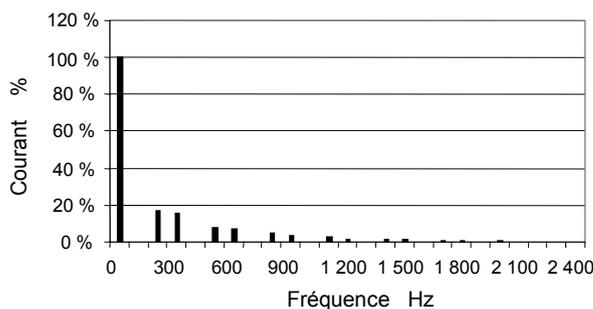
- du bruit généré par les tensions et les courants à la fréquence fondamentale qui est identique au bruit des sources sinusoïdales de mêmes valeurs de tensions et courants, et
- d'un accroissement causé par les tensions et courants à d'autres fréquences.

Deux caractéristiques influencent principalement cet accroissement:

a) Le spectre de fréquence aux bornes du convertisseur

Trois spectres de fréquence typiques peuvent être identifiés:

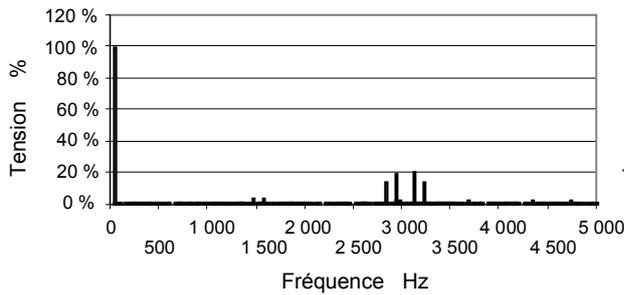
- 1) Spectre d'un convertisseur de source de courant de type bloc



Spectre de fréquence des courants aux bornes de sortie d'un convertisseur de source de courant à 6 impulsions
 $f_1 = 50$ Hz

IEC 337/07

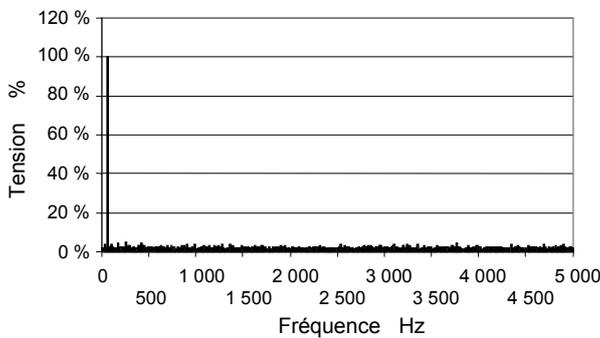
- 2) Spectre d'un convertisseur de source de tension de type A (caractérisé par des transitoires prononcées aux ALENTOURS de la fréquence de commutation et aux multiples de la fréquence de commutation)



Spectre de fréquence des tensions aux bornes d'un convertisseur de source de tension de type A
 $f_1 = 50 \text{ Hz}, f_s = 3 \text{ kHz}$

IEC 338/07

3) Spectre d'un convertisseur de source de tension de type B (caractérisé par un spectre de tension étendu sans transitoires prononcés)



Spectre de fréquence des tensions d'un convertisseur de source de tension de type B
 $f_1 = 50 \text{ Hz}, f_s \text{ moyenne} = 4,5 \text{ kHz}$

IEC 339/07

Des considérations spécifiques sont nécessaires quand le spectre dévie de façon significative d'un spectre typique.

b) Les fréquences de résonance du moteur pour les modes vibratoires provoqués par des harmoniques

Les fréquences de résonance correspondantes des moteurs peuvent être groupées conformément au tableau suivant:

Hauteur d'arbre H	Fréquence de résonance du mode vibratoire r			
	r = 0	r = 2	r = 4	r = 6
H ≤ 200 mm	> 4 000 Hz	> 600 Hz	> 4 000 Hz	> 5 000 Hz
H ≥ 280 mm	< 3 000 Hz	< 500 Hz	< 2 500 Hz	< 4 000 Hz

Une tonalité excitée magnétiquement est générée par l'interaction des champs fondamentaux du nombre de paires de pôles p de la fréquence fondamentale f_1 aux bornes du moteur et de l'une des fréquences harmoniques $n \cdot f_1$, comme illustré dans le spectre de fréquence correspondant. Les tonalités sont pour les:

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

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

En général, les combinaisons avec $n \cdot f_1$, aux alentours de la fréquence de commutation génèrent des tonalités inacceptables.

Un accroissement raisonnable du bruit audible est à prévoir si la fréquence et le mode vibratoire d'une tonalité sont proches des valeurs correspondantes de la structure de résonance du moteur. Dans certains cas, il est possible d'éviter des tonalités inacceptables en changeant l'attribution des paramètres du convertisseur.

Le tableau suivant indique l'accroissement attendu de bruit, au niveau de l'alimentation du convertisseur, quand il est comparé au bruit au niveau de l'alimentation sinusoïdale, avec les mêmes valeurs fondamentales de tension et de fréquence.

Accroissements de bruit

Nature du convertisseur	Cas	Accroissement prévu
Convertisseur de source de courant de type bloc	6 ou 12 impulsions	1 à 5 dB(A) Les valeurs les plus élevées sont liées aux faibles bruits de ventilation. L'accroissement dépend de la charge.
Convertisseur de source de tension de type A	Les tensions à haute fréquence de fortes amplitudes excitent les résonances du moteur	Jusqu'à 15 dB(A) L'accroissement ne dépend pas de la charge. Calcul initial possible avec un logiciel adapté.
	Les tensions à haute fréquence de fortes amplitudes <u>n'</u> excitent <u>pas</u> les résonances du moteur	1 à 5 dB(A) L'accroissement ne dépend pas de la charge.
Convertisseur de source de tension de type B	Large spectre de tension sans pointes prononcées	5 à 10 dB(A) L'accroissement ne dépend pas de la charge.

8 Détermination du niveau de pression acoustique

Les niveaux de pression acoustique ne sont pas exigés comme partie intégrante de la présente Norme. S'il est exigé, un niveau de pression acoustique pondéré A peut être déterminé directement à partir du niveau de puissance acoustique de la façon suivante:

$$L_p = L_W - 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

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 la présente norme;

S_0 vaut 1,0 m²;

S est la surface enveloppant la machine à une distance de 1 m de celle-ci, selon l'ISO 3744 et selon la règle suivante:

Hauteur d'arbre mm	Surface S m ²
≤280	Hémisphérique
>280	Parallélépipédique

NOTE Ces niveaux de pression acoustique sont définis en champ libre sur un plan réfléchissant. Le niveau de pression acoustique *in situ* (protection de l'ouïe) est différent.

9 Déclaration et vérification des valeurs de puissance acoustique

Une machine peut être déclarée conforme à la présente norme si, lors d'un essai de vérification dans les conditions spécifiées à l'Article 5, le niveau mesuré de puissance acoustique de la machine n'est pas supérieur à la valeur spécifiée à l'Article 6.

La méthode choisie ainsi que le type de surface de mesure utilisée doivent être notés.

Lorsque cela est requis, les valeurs de puissance acoustique déterminées selon la présente norme peuvent être notées conformément à la procédure de l'ISO 4871 en utilisant la double présentation (niveau de puissance acoustique L et incertitude K).

Les valeurs de l'incertitude K sont:

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

Tableau 1 – Niveaux maximaux de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en dB, à vide (à l'exclusion des moteurs du Tableau 2)
(Méthode de refroidissement, code IC, voir la CEI 60034-6)
(Degré de protection, code IP, voir la CEI 60034-5)

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

NOTE 1 Classification de type d'enveloppe IP22 ou IP23.

NOTE 2 Classification de type d'enveloppe IP44 ou IP55.

Tableau 2 – Niveaux maximaux de puissance acoustique pondérée A, L_{WA} en dB, à vide (pour des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse IC411, IC511, IC611)

Hauteur d'arbre, H mm	2 pôles	4 pôles	6 pôles	8 pôles
90	78	66	63	63
100	82	70	64	64
112	83	72	70	70
132	85	75	73	71
160	87	77	73	72
180	88	80	77	76
200	90	83	80	79
225	92	84	80	79
250	92	85	82	80
280	94	88	85	82
315	98	94	89	88
355	100	95	94	92
400	100	96	95	94
450	100	98	98	96
500	103	99	98	97
560	105	100	99	98

NOTE 1 Les moteurs IC01, IC11, IC21 peuvent avoir les niveaux de puissance acoustique plus élevés suivants:
2 et 4 pôles: + 7 dB(A); 6 and 8 poles: + 4 dB(A).

NOTE 2 Les niveaux de puissance acoustique des moteurs à 2 et 4 pôles dont les hauteurs d'arbre sont supérieures à 315 mm sont pour une configuration avec ventilateur unidirectionnelle. Toutes les autres valeurs sont pour un ventilateur bidirectionnel.

NOTE 3 Les valeurs pour les moteurs 60 Hz sont augmentées de la façon suivante :
2 pôles: + 5 dB(A); 4, 6 et 8 pôles: + 3 dB(A).

Tableau 3 – Accroissement maximal 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 au Tableau 2)

Hauteur d'arbre, H mm	2 pôles	4 pôles	6 pôles	8 pôles
$90 \leq H \leq 160$	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 Ce tableau donne l'augmentation maximale estimée en charge à ajouter à toute valeur déclarée à vide.				
NOTE 2 Ces valeurs sont applicables aux systèmes à 50 Hz et à 60 Hz.				

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISBN 2-8318-9087-X



9 782831 890876

ICS 29.160
