

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Sound system equipment –
Part 4: Microphones**

**Équipements pour systèmes électroacoustiques –
Partie 4: Microphones**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60268-4

Edition 5.0 2014-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Sound system equipment –
Part 4: Microphones**

**Équipements pour systèmes électroacoustiques –
Partie 4: Microphones**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 33.160.50

ISBN 978-2-8322-1586-9

**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.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 General conditions	10
4.1 General.....	10
4.2 Measurement conditions	10
4.2.1 General	10
4.2.2 Rated conditions.....	11
5 Particular conditions	11
5.1 Pre-conditioning.....	11
5.2 Sound source.....	12
5.3 Measurement of sound pressure	12
5.4 Voltage measuring system	12
5.5 Acoustical environment.....	12
5.5.1 General	12
5.5.2 Free-field conditions	12
5.5.3 Diffuse field conditions	14
5.5.4 Microphone coupled to a sound source by means of a small cavity coupler	15
5.6 Methods of measuring frequency response	15
5.6.1 Point-by-point and continuous sweep frequency methods	15
5.6.2 Calibration methods.....	16
5.7 Overall accuracy	16
5.8 Graphical presentation of results	16
6 Type description (acoustical behaviour).....	16
6.1 Principle of the transducer	16
6.2 Type of microphone	16
6.3 Type of directional response characteristics.....	17
6.4 Application profile	17
7 Terminals and controls	17
7.1 Marking.....	17
7.2 Connectors and electrical interface values	17
8 Reference point and axis	17
8.1 Reference point	17
8.2 Reference axis.....	18
9 Rated power supply	18
9.1 Characteristics to be specified	18
9.2 Method of measurement	18
10 Electrical impedance	18
10.1 Internal impedance	18
10.1.1 Characteristic to be specified.....	18
10.1.2 Methods of measurement	18
10.2 Rated impedance.....	19
10.3 Rated minimum permitted load impedance.....	19

11	Sensitivity.....	19
11.1	General.....	19
11.2	Sensitivities with respect to acoustical environment	20
11.2.1	Free-field sensitivity	20
11.2.2	Diffuse-field sensitivity.....	20
11.2.3	Close-talking or near-field sensitivity	21
11.2.4	Pressure sensitivity	21
11.3	Rated sensitivity	22
12	Response	22
12.1	Frequency response	22
12.1.1	Characteristic to be specified.....	22
12.1.2	Method of measurement	23
12.1.3	Graphical presentation of results	23
12.2	Effective frequency range	23
12.2.1	Characteristic to be specified.....	23
12.2.2	Method of measurement	23
13	Directional characteristics.....	23
13.1	Directional pattern	23
13.1.1	Characteristic to be specified.....	23
13.1.2	Methods of measurement	23
13.1.3	Graphical presentation of results	24
13.2	Directivity index	25
13.2.1	Characteristic to be specified.....	25
13.2.2	Method of measurement	25
14	Amplitude non-linearity	25
14.1	General.....	25
14.2	Total harmonic distortion.....	25
14.2.1	Characteristic to be specified.....	25
14.2.2	Method of measurement	25
14.3	Harmonic distortion of the n^{th} order ($n = 2, 3, \dots$)	26
14.3.1	Characteristic to be specified.....	26
14.3.2	Method of measurement	26
14.4	Difference frequency distortion of second order	27
14.4.1	Characteristic to be specified.....	27
14.4.2	Method of measurement	27
15	Limiting characteristics	27
15.1	Rated maximum permissible peak sound pressure	27
15.2	Overload sound pressure	27
15.2.1	Characteristic to be specified.....	27
15.2.2	Method of measurement	28
16	Balance	28
16.1	Balance of the microphone output.....	28
16.2	Balance under working conditions.....	28
17	Equivalent sound pressure level due to inherent noise	29
17.1	Characteristic to be specified	29
17.2	Method of measurement	29
18	Ambient conditions	30
18.1	General.....	30

18.2	Pressure range	30
18.3	Temperature range	30
18.4	Relative humidity range	30
19	External influences	30
19.1	General.....	30
19.1.1	Specification and methods of measurement.....	30
19.1.2	Other external interferences	31
19.2	Equivalent sound pressure due to mechanical vibration	31
19.2.1	Characteristic to be specified.....	31
19.2.2	Method of measurement	31
19.3	Equivalent sound pressure due to wind	31
19.3.1	Characteristic to be specified.....	31
19.3.2	Method of measurement	31
19.4	Transient equivalent sound pressure due to "pop" effect.....	34
19.4.1	Characteristic to be specified.....	34
19.4.2	Method of measurement	36
20	Electromagnetic compatibility (EMC)	36
20.1	Regulatory requirements.....	36
20.2	Requirements for preserving programme quality	37
20.3	Performance criteria	38
20.3.1	Criterion A	38
20.3.2	Criterion B	38
20.4	Testing for immunity to disturbances in the presence of acoustical noise	38
20.5	Immunity to frequency-modulated radiated disturbances	38
20.6	Immunity to magnetic fields.....	39
20.7	Immunity to ripple on d.c. power supply	39
20.8	Permanent magnetic field	39
20.9	Evaluation and reporting of the test results	39
21	Physical characteristics	40
21.1	Dimensions	40
21.2	Weight	40
21.3	Cables and connectors	40
22	Classification of the characteristics to be specified	40
Annex A (normative)	Additional characteristics	43
A.1	Characteristic sensitivity for speech.....	43
A.1.1	Characteristic to be specified.....	43
A.1.2	Method of measurement	43
A.2	Front-to-rear sensitivity index (0° – 180°).....	44
A.2.1	Characteristic to be specified.....	44
A.2.2	Method of measurement	44
A.3	Noise-cancelling index	44
A.3.1	Characteristic to be specified.....	44
A.3.2	Method of measurement	44
A.4	Special characteristics for stereo microphones	45
A.4.1	General	45
A.4.2	Included angle of an XY (left-right) microphone	45
A.4.3	Acceptance angle	45
Annex B (informative)	Sound insulation device	46

Annex C (informative) Simplified procedure for “pop” measurements	47
C.1 General.....	47
C.2 Measurement set-up	47
C.3 Measurement procedure	47
C.4 Approximate inclusion of different frequency responses	48
Annex D (informative) Recommendations for professional digital microphones	50
D.1 General.....	50
D.2 Data sheets for digital microphones	50
Bibliography.....	53
Figure 1 – Balance of the output	28
Figure 2 – Balance under working conditions	29
Figure 3 – Measurement set-up for wind influence	32
Figure 4 – Wind generators, type 1 (Figure 4a) and type 2 (Figure 4b).....	33
Figure 5 – Electrical and mechanical set-up for the measuring of the “pop” effect	35
Figure B.1 – Sound insulation device	46
Figure C.1 – Measurement set-up	49
Figure C.2 – Test fixture for the sound field sensitivity	49
Table 1 – Reverberation time of the empty room	14
Table 2 – Reference signal and characteristics	36
Table 3 – Examples of EMC regulations and standards.....	37
Table 4 – Basic EMC standards and their application to microphones	37
Table 5 – Classification of characteristics	41
Table A.1 – Speech power weighting factor at octave-band centre frequencies	43
Table D.1 – Classification of the characteristics recommended to be specified	50
Table D.2 – Additional digital characteristics to be specified	52

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOUND SYSTEM EQUIPMENT –**Part 4: Microphones****FOREWORD**

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

International Standard IEC 60268-4 has been prepared by IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2010, and constitutes a technical revision.

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

- clarification of Table 5 of classification of characteristics;
- clarification of graphical representation;
- clarification of environmental influences;
- rewritten clause for EMC;
- tolerances and more specific values for noise measurements;

- inclusion of near-field response for sound source-to-microphone distances of the order of 30 cm.

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

CDV	Report on voting
100/2116/CDV	100/2186/RVC

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

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

A list of all parts of the IEC 60268 series, under the general title *Sound system equipment*, can be found on the IEC website.

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

SOUND SYSTEM EQUIPMENT –

Part 4: Microphones

1 Scope

This part of IEC 60268 specifies methods of measurement for the electrical impedance, sensitivity, directional response pattern, dynamic range and external influences of sound system microphones, and also details the characteristics to be specified by the manufacturer.

It applies to sound system microphones for all applications for speech and music. It does not apply to measurement microphones, but it does apply to each audio channel of microphones having more than one channel, for example for stereo or similar use. It is also applicable to flush-mounted microphones and to the analogue characteristics of microphones with digital audio output.

For the purposes of this International Standard, a microphone includes all such devices as transformers, pre-amplifiers, or other elements that form an integral part of the microphone, up to the output terminals specified by the manufacturer.

The major characteristics of a microphone are considered in Clauses 6 to 21. Additional characteristics are considered in Annex A, Annex C and Annex D.

NOTE The characteristics specified in this standard do not completely describe the subjective response of the microphone. Further work is necessary to find new definitions and measurement procedures for a later replacement by objective characteristics of at least some of the subjective descriptions used to describe microphone performance.

2 Normative references

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

CISPR 35:–, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Immunity requirements*¹

IEC 60268-1:1985, *Sound system equipment – Part 1: General*
Amendment 1:1988
Amendment 2:1988

IEC 60268-2:1987, *Sound system equipment – Part 2: Explanation of general terms and calculation methods*
Amendment 1:1991

IEC 60268-3:2013, *Sound system equipment – Part 3: Amplifiers*

IEC 60268-5:2003, *Sound system equipment – Part 5: Loudspeakers*
Amendment 1:2007
Amendment 1:2007

¹ To be published.

IEC 60268-11:1987, *Sound system equipment – Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components*

Amendment 1:1989

Amendment 2:1991

IEC 60268-12:1987, *Sound system equipment – Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use*

Amendment 1:1991

Amendment 2:1994

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

Amendment 1:2007

Amendment 2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-16, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz*

IEC 61000-4-17:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-17: Testing and measurement techniques - Ripple on d.c. input power port immunity test*

Amendment 1:2001

Amendment 2:2008

IEC 61260-1:2014, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters – Part 1: Specifications*

IEC 61938:2013, *Multimedia systems – Guide to the recommended characteristics of analogue interfaces to achieve interoperability*

ITU-T Recommendation P.51:1996, *Artificial mouth*

EN 55103-2:2009, *Electromagnetic compatibility – Product family standard for audio, video, audio-visual and entertainment lighting control apparatus for professional use – Part 2: Immunity*

EN 300 422-2 V1.3.1:2011, *Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters (ERM) – Wireless microphones in the 25 MHz to 3 GHz frequency range – Part 2: Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60268-1 and the following apply.

3.1

far-field microphone

microphone for use at a distance of more than 1 m from the source of sound

3.2

near-field microphone

microphone for use by an individual performer at a distance of approximately 30 cm

3.3

close-talking microphone

microphone for use at a distance of approximately 25 mm from the source of sound

4 General conditions

4.1 General

Special reference is made to IEC 60268-1, concerning:

- units and system of measurement;
- frequencies of measurement;
- quantities to be specified and their accuracy (see also 5.7);
- marking (see also 7.1);
- ambient conditions;
- filters, networks and measuring instruments for noise specification and measurement;
- individual specifications and type specifications;
- graphical presentation of characteristics;
- scales for graphical presentation;
- personal safety and prevention of spread of fire;
- method of producing a uniform alternating magnetic field;
- search coils for measuring the magnetic field strength,

and to IEC 61938 concerning powering of microphones.

4.2 Measurement conditions

4.2.1 General

For convenience in specifying how microphones shall be set up for measurement, three sets of conditions have been defined in this standard, under the title of "rated conditions".

Microphones should be measured in conditions approximating those in which they are intended to be used. Three sets of measurement conditions are specified in this standard: free-field, near-field and close-talking. The differences between these sets of conditions are in the distance to the sound source and the sound pressure level of the measurement. Measurements shall be reported using at least one of these sets of conditions. Additional data may be included, provided that the measurement conditions are specified.

Three ratings are basic to the formulation of these concepts:

- rated power supply (see 9.1);
- rated impedance (see 10.2);
- rated sensitivity (see 11.3).

To obtain the correct conditions for measurement, the above mentioned ratings shall be taken from the specifications supplied by the manufacturer of the equipment.

The term "rated" applied to other characteristics relates to the specification or measurement of the particular characteristic under rated conditions or under conditions unambiguously connected to them. This applies, for example, to the following two characteristics:

- rated output voltage;
- rated equivalent sound pressure level due to inherent noise.

Methods of measurement are given in this standard for electrical impedance, sensitivity, directional pattern, dynamic range and external influences. Where alternative methods are given, the chosen method shall be specified.

4.2.2 Rated conditions

The microphone is understood to be working under rated conditions when the following conditions are fulfilled:

- the microphone is connected to the resistive load specified in 5.4, or as specified by the manufacturer;
- if the microphone needs a power supply, this is the rated power supply;
- the microphone (except a close-talking or near-field microphone) is placed in a sound field meeting the free-field conditions in 5.5.2, the waves having zero degree incidence with respect to the reference direction;
- the undisturbed sound pressure (in the absence of the microphone) in the sound field at the reference point of the microphone is sinusoidal and set at a level of 1 Pa (94 dB SPL);
- for close-talking microphones, the microphone is placed at a stated distance, no more than 25 mm from the artificial mouth complying with ITU-T Recommendation P.51, and the undisturbed sound pressure in the sound field at the reference point of microphone is sinusoidal and set at a level of 3 Pa (104 dB SPL);
- for near-field microphones, the microphone is placed at 30 cm from the artificial mouth complying with ITU-T Recommendation P.51, and the undisturbed sound pressure in the sound field at the reference point of microphone is sinusoidal and set at a level of 1 Pa (94 dB SPL);
- if a special microphone needs a different measurement level, it shall be stated in the technical data together with the reason for this. Levels related to the normal reference level of 94 dB by multiples of 10 dB are preferred;
- controls, if any, are set to the position recommended by the manufacturer;
- in the absence of a clear reason to the contrary, the measurement frequency is 1 000 Hz (see IEC 60268-1);
- the ambient pressure, relative humidity and ambient temperature are within the limits given in IEC 60268-1, and shall be stated.

Measurements may be made at a sound pressure of 0,3 Pa if this is necessary due to limitations of the performance of the loudspeaker or other measurement equipment, and only if any change in performance between the level used and the reference level is known with the necessary accuracy for the relevant characteristics.

5 Particular conditions

5.1 Pre-conditioning

A microphone with preamplifier shall be switched on for the period of time specified by the manufacturer, before measurements are made, to allow the components to reach the stationary temperature for rated conditions. If the manufacturer specifies no period, a period

of 10 s shall be allowed for stabilization. If the microphone contains a vacuum tube or other heating device the time shall be 10 min.

5.2 Sound source

The sound source shall be capable of producing at the microphone position the sound pressure level as defined for rated conditions. The amplitude non-linearity of the sound source shall be held to such a value that the effect on the measured response does not exceed 0,5 dB. If the conditions of measurement preclude the possibility of securing sufficiently low distortion, a narrow-band filter may be used at the microphone output terminals, which allows the response at the fundamental frequency to be measured.

For free-field calibration and calibration of near-field microphones, the sound source shall be contained in an enclosure which radiates sound from one well-defined opening only, and such an opening shall be radially symmetrical with respect to the axis of the reference direction of the microphone.

5.3 Measurement of sound pressure

A calibrated reference pressure microphone shall be used to measure the sound pressure. The reference microphone shall be calibrated with an accuracy of ± 1 dB or better.

5.4 Voltage measuring system

The voltage generated by the microphone, when in a sound field, shall be determined by using a voltmeter with an input resistance of five times the rated impedance of the microphone, unless otherwise stated by the manufacturer. If external equipment, such as a power supply, applies an impedance in parallel with the microphone, its impedance shall be taken into account.

NOTE Microphones having a rated impedance of 200 Ω often have an actual internal impedance in the order of 50 Ω , and perform best with a minimum load impedance around 1 000 Ω .

5.5 Acoustical environment

5.5.1 General

The microphone can be measured in different acoustical environments:

- a) in a free field or similar with negligible boundary effects, e.g. by using special computer-generated sound source signals:
 - spherical waves, or
 - plane waves, or
 - waves produced by a specific sound source (artificial mouth or artificial head);
- b) in a diffuse field;
- c) coupled to a sound source by means of a small cavity (coupler).

5.5.2 Free-field conditions

5.5.2.1 General

A free-field sound wave is normally divergent in character. In certain circumstances it can approximate an ideal plane wave. Free-field conditions can be obtained:

- in open air, ambient noise and wind permitting, or
- in an anechoic room, or
- in a duct.

A sound source of small dimensions with respect to the wavelength produces a spherical wave in these environments. The spherical wave can be approximated to a plane wave in a region of measurement located at a sufficient distance from the source. Spherical waves can be used to measure pressure microphones but it is necessary to use almost perfect plane waves in the low-frequency range for the measurement of pressure gradient microphones.

For microphones responding both to pressure and to pressure gradient, having a sufficiently flat frequency response in a plane-wave free sound field (i.e. at a sufficient distance from the source), the response as a function of frequency f of distance r from a centre of spherical diverging waves and of angle of incidence θ of the waves at the microphone, can be given in a complex form:

$$(1 - B) + B \left(1 + \frac{1}{jkr} \right) \cos \theta$$

where

$1 - B$ is the contribution of the pressure component;

B is the contribution of the pressure gradient component;

$k = 2\pi/\lambda$ or $2\pi f/v$;

$B = 0$ for the omnidirectional pressure type;

$B = 0,5$ for the cardioid type;

$B = 1$ for the bidirectional pressure gradient type.

At low frequencies, it becomes difficult to realize plane wave conditions in an anechoic room. A plane wave at low frequencies, below the cut-off frequency of the anechoic room, can therefore be better produced under other conditions.

Free-field conditions are considered to be sufficiently realized in the region around the microphone if the following conditions are met:

- within a distance of 200 mm in front, behind, right, left, above and below the position of the microphone the sound pressure level is measured at every measuring frequency by means of a pressure transducer;
- the axis of the transducer shall point towards the reference point of the loudspeaker (see IEC 60268-5);
- the corresponding sound pressure levels on axis positioned at different distances from the loudspeaker shall not differ by more than 0,5 dB from the calculated levels in the ideal sound field;
- the values at a nearly constant distance to the sound source, right, left, above and below the microphone shall not differ by more than 1 dB from the level at the reference point of the microphone.

5.5.2.2 Spherical waves

The sound pressure generated in a free field by an omnidirectional sound source varies inversely with the distance from the acoustic centre of the sources.

The output voltage of the microphone varies inversely with the distance between the source and the microphone when the relevant dimensions of both are small compared with the wavelength, allowing the results from the measurements made at a certain distance r to be converted by calculation to results which would be obtained at the reference distance.

When either the circumference of the radiating surface of the source or the circumference of the principal acoustic entry of the microphone exceeds the wavelength, this computation applies only when the measuring distance conforms to:

$$r \geq d$$

$$r \geq d^2/\lambda$$

where

r is the distance from the source to the measuring point;

d is the effective diameter of the sound source;

λ is the sound wavelength.

It is advisable for the distance from the source to the measuring point to exceed three times the largest dimension of the radiating surface of the source.

5.5.2.3 Plane progressive waves

A plane progressive wave can be obtained either in a duct or in a free field.

a) In a duct

In designing a duct capable of producing useful results, there are many problems to be solved such as the design of the terminating impedance, the avoidance of cross-modes, the shape of the original wavefront and the relative dimensions of the duct and the microphone.

b) In a free field

A spherical wave at a distance of at least half the wavelength from the centre of curvature at the lowest frequency of measurement is a practical approximation to a plane progressive wave.

For measurement of "shotgun" types and pressure zone microphones, determining the smallest permitted distance is complicated and no exact rules can be given. Therefore, in these cases the measuring distance used shall be stated.

5.5.2.4 Use of an artificial mouth

In order that the conditions of test are similar to those of actual use, it may be necessary to introduce an obstacle in the shape of a human head, such as a head and torso simulator when measuring close-talking and near-field microphones by means of an artificial mouth (see 4.2.2). If measurements are made in such conditions, i.e. in other than with the artificial mouth in approximately anechoic conditions, details of the measurement shall be provided.

5.5.3 Diffuse field conditions

Some measurements can be made in a diffuse field in which sound waves are propagated with random incidence. In this case, bands of noise of third-octave width or broadband signals together with suitable filtering shall be used.

A diffuse sound field can be approximately realized in a reverberant room characterized by a sufficiently long duration of reverberation at a sufficiently large distance from the source and the walls, and above a limiting frequency (see also ISO 354).

The reverberation time T of the empty room is specified in Table 1.

Table 1 – Reverberation time of the empty room

$T >$	5 s	5 s	5 s	4,5 s	3,5 s	2 s
At	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz

For the determination of the lower frequency limit, the following equation can be used:

$$f \geq \frac{500}{V^{1/3}}$$

where

V is the volume of the room, in cubic metres;

f is the frequency, in hertz.

The region of measurement shall be chosen at such a distance from the source that the direct sound of the source is negligible.

When an omnidirectional source is used, the minimum distance r (in metres) from the source to the measuring points is given by:

$$r \geq 0,06(V/T)^{1/2}$$

where

V is the volume of the room, in cubic metres;

T is the Sabine reverberation time at the frequency f .

NOTE Multiple uncorrelated noise sources are used successfully to generate stationary diffuse sound fields under non-reverberant conditions.

5.5.4 Microphone coupled to a sound source by means of a small cavity coupler

To determine the pressure sensitivity of a microphone, a rigid cavity is used to couple the sound source to the microphone. This method is useful for obtaining the pressure sensitivity of a microphone by comparison with the sensitivity of a calibrated reference microphone. In order to obtain a sufficiently uniform sound pressure inside the cavity, this method shall only be used within the limits of the frequency range where the linear dimensions of the cavity are less than one-tenth of the wavelength. At low frequencies care shall be taken to eliminate air leakage.

5.6 Methods of measuring frequency response

5.6.1 Point-by-point and continuous sweep frequency methods

Response curves may be prepared point-by-point, or through the use of a slow continuous sweep frequency method, or automatically.

a) Point-by-point method

Great care shall be taken to ensure that all significant peaks and troughs of the frequency response curve are explored. The graph should clearly indicate the measurement points.

b) Continuous sweep frequency method

The rate of traversing the frequency range shall be slow enough to ensure that the resulting curve does not deviate from that which would be obtained under steady state conditions. Stopping the trace at any instant shall not change the indicated response by more than ± 1 dB.

The following additional apparatus may be used:

- equipment capable of automatically maintaining the requisite sound pressure level over the frequency range concerned;
- an automatic level recorder as output indicator.

c) Special computer-based signals and procedures

Computer algorithms are available to generate signals and to evaluate responses in the time domain, as well as in the frequency domain. Some of them are just digital procedures that replace their analogue ancestors, such as the Fast Fourier Transform for spectral analysis. Other algorithms provide new types of test signals and responses. Most of them

are applicable if the user takes into account their inherent limitations and requirements. In cases where existing specified procedures are replaced by new ones for the evaluation of the same characteristic, the user shall ensure that the result is at least as accurate as with the old procedure. While new techniques are considered for standardization when basic matters of background and their relationship to known properties have been determined, any technique may be used for frequency response measurement if it produces the same result as the point-by-point or continuous sweep frequency methods.

5.6.2 Calibration methods

Irrespective of the choice of the point-by-point or automatic method, there are two methods of conducting the calibration.

a) Substitution method

A method of measurement of the response of a microphone in which the microphone to be calibrated and the standard microphone employed to measure the requisite sound pressure are placed alternately at the same test points in the sound field. This method leads to the highest accuracy.

b) Simultaneous comparison method

For reasons of convenience an alternative method for measuring the response of a microphone is sometimes employed in which the microphone to be calibrated and the standard microphone employed to measure the requisite sound pressure are placed simultaneously at two different points normally not widely separated. Care shall be taken that one microphone is not placed at a more favourable point in the sound field than the other. The points chosen shall be such that the results of a response test carried out by the comparison method agree within ± 1 dB with the corresponding results obtained by the substitution method. The simultaneous method may be used only after checking that this requirement is met. Compliance with this requirement can be assumed when

- the sound pressures, measured at the two different points in the free sound field by means of a calibrated microphone, corresponds within ± 1 dB, and
- the distance between the microphones is such that the sound pressure at each of the two microphone points is independent within ± 1 dB of the presence of the second microphone at the other point.

5.7 Overall accuracy

An overall accuracy of ± 2 dB or better shall be obtained for the measurement of all types of microphones.

5.8 Graphical presentation of results

The graphical presentation of measurement results should conform to the provisions of IEC 60268-1.

6 Type description (acoustical behaviour)

6.1 Principle of the transducer

The manufacturer shall specify the principle of the transducer, for example electrostatic (condenser), electrodynamic, electromagnetic or piezoelectric.

6.2 Type of microphone

The manufacturer shall specify the type of microphone, for example pressure, pressure-gradient (with acoustical phase shift network, if any), or combination of a pressure and pressure-gradient microphone, or velocity microphone.

6.3 Type of directional response characteristics

The manufacturer shall specify the type of directional response characteristics of the microphone, for example omnidirectional, unidirectional, bidirectional, (e.g. sphere, cardioid, supercardioid, hypercardioid, hemisphere or half-cardioid of revolution, etc.).

6.4 Application profile

The manufacturer shall specify the intended application profile of the microphone to indicate the primary use for which it is intended, such as free-field, near-field or close-talking.

- Free-field microphones are intended to be used and are measured in approximately plane progressive wave conditions.
- Near-field microphones are typically hand-held by the user and are measured using an artificial mouth as the sound source, at a distance of 30 cm.
- Close-talking microphones are used at very short distances and are measured using an artificial mouth as the sound source, at a distance of 25 mm.

Other application profiles may be used for measurement and as a basis for specifications if details are provided.

7 Terminals and controls

7.1 Marking

Recommendations for marking the terminals and controls are given in IEC 60268-1:1985, Clause 5, and IEC 61938:2013, 9.4.6 and 9.5.5, with the addition of the following requirement, if the microphone conforms to the requirements of IEC 61938, Clause 9.

The polarity shall be indicated by a mark, preferably a coloured dot or a connector pin number designated in the instruction manual, at that output terminal at which a positive instantaneous voltage is produced by an inward movement of the diaphragm or equivalent, that is an increase in sound pressure at the principal entry. Marking for safety shall be in accordance with IEC 60065 or other appropriate safety standard.

Marking of the polarity is recommended if the microphone conforms to the requirements of IEC 61938. If the polarity is not in accordance with IEC 61938, the polarity shall be marked on the microphone.

7.2 Connectors and electrical interface values

Connectors and their wiring shall be in accordance with IEC 60268-11 or IEC 60268-12. Interface values (voltages and impedances) shall be in accordance with IEC 61938.

8 Reference point and axis

8.1 Reference point

In the absence of clear reason to the contrary, the reference point shall be the centre of the principal sound entry. Otherwise it shall be stated.

In order to allow unambiguous specification of the reference point, reference axis and polarity, the manufacturer should designate a principal sound entry even for a bidirectional microphone.

8.2 Reference axis

The reference axis is a line passing through the reference point indicating a recommended direction of sound incidence specified by the manufacturer. The microphone shall be so designed that the recommended direction of sound incidence is obvious to the user.

The reference axis should preferably be perpendicular to the plane of the principal acoustic entry of the microphone and should pass through the centre of the entry.

9 Rated power supply

9.1 Characteristics to be specified

The following information shall be specified by the manufacturer for each microphone interface port to be connected to the power supply and for each position of the power supply adaptor, if any:

- the type of power supply (phantom, A-B, etc.; see IEC 61938);
- power supply voltage and its upper and lower limits;
- current drawn from the power supply, expressed in amperes;
- for multi-voltage microphones, the voltage-current characteristic.

9.2 Method of measurement

For measurements, proceed as follows.

- a) The microphone is operated under rated conditions.
- b) The current drawn from the power supply is measured in amperes.

10 Electrical impedance

10.1 Internal impedance

10.1.1 Characteristic to be specified

The modulus of the internal impedance of the microphone measured between the output terminals.

If the impedance can be satisfactorily represented by that of a simple network, the values of the network components may be given. If this is not applicable, the impedance should be specified as a function of frequency.

10.1.2 Methods of measurement

The internal impedance may be measured by the comparison method or by applying a sound pressure and measuring the output voltage under different load conditions. Both methods are indicated below.

a) Method 1

The impedance can be measured by means of a measuring bridge. An alternative method is that of comparison with a known impedance. In the latter case, a constant current from a high impedance source is passed through the microphone and the voltage across its terminals is measured.

The microphone is then replaced by a known resistance, and the procedure repeated. Comparison of the two values gives the modulus of the impedance directly.

The voltage applied at the microphone terminals shall not exceed the output voltage generated by the microphone at the overload sound pressure level.

NOTE While the internal impedance of microphones is often assumed to be resistive, and the load impedance to be resistive, in many cases the internal impedance is complex, such as when there is an output coupling capacitor, and the input impedance is also complex, such as when there is a transformer. The combination of these impedances can result in resonance within the audio band and exacerbation of negative effects such as wind noise.

b) Method 2

The internal impedance can also be computed from the output voltages occurring under three different conditions of load. Generally speaking, this procedure requires very accurate measuring apparatus.

If the internal impedance is approximately a pure resistance, the following simple procedure may be used to obtain approximate results which are sufficiently accurate for normal practice:

- the microphone is operated under rated conditions;
- sound pressure is applied to the microphone and the impedance is deduced from the output voltage obtained for different loads. For example, the impedance Z may be calculated from the no-load output voltage U'_2 and the output U_2 obtained when a load impedance R_2 is applied by using the formula:

$$Z = \frac{U'_2 - U_2}{U_2} R_2$$

10.2 Rated impedance

The rated impedance shall be specified by the manufacturer. Microphones are generally designed to be connected to a load impedance much higher than the rated impedance (see 5.4 of this standard and 9.1 of IEC 61938:2013), and should not be used with loads below the minimum permitted load impedance.

NOTE The recommendations of IEC 61938 are based on the assumption that a value of 5 times the rated impedance is suitable in most cases. This load causes the output voltage level to be 1,6 dB below the no-load voltage.

10.3 Rated minimum permitted load impedance

The rated minimum permitted load impedance is the minimum impedance, specified by the manufacturer, by which the microphone may be terminated.

NOTE The minimum permitted load impedance is a compromise leading to negligible effect on performance.

11 Sensitivity

11.1 General

The sensitivity is the ratio of the output voltage of the microphone to the sound pressure to which it is exposed.

The sensitivity M is expressed in volts per pascal. If the microphone is not loaded with a resistance equal to five times the rated impedance, this shall be stated with the results.

NOTE Normally the ratio gives a complex value, but usually only the amplitudes (with sinusoidal signal) are considered.

The sensitivity level L_M , is the ratio, expressed in decibels, of the sensitivity M to the reference sensitivity M_r .

$$L_M = 20 \lg \frac{M}{M_r}$$

The reference sensitivity is $M_r = 1$ V/Pa. The following types of sensitivity may be specified:

- free-field sensitivity (see 11.2.1) referring to the sound pressure of the undisturbed free field (in the absence of the microphone);
- diffuse-field sensitivity (see 11.2.2) referring to the sound pressure of the undisturbed diffuse field;
- close-talking sensitivity and near-field sensitivity (see 11.2.3) referring to the sound pressure of the undisturbed field at a specified short distance from the human or artificial mouth;
- pressure sensitivity (see 11.2.4) referring to the actual sound pressure at the principal acoustic entrance of the microphone.

These types of sensitivity may be given, if appropriate, either at specified frequencies, within a specified frequency band, for octave/third-octave bands, or for complex signal inputs. In the latter case, the characteristics of the signal and the measuring system shall be specified. Definition and figures for the sensitivity of microphones should be related to the purpose for which the microphones are used.

11.2 Sensitivities with respect to acoustical environment

11.2.1 Free-field sensitivity

11.2.1.1 Characteristic to be specified

At a specific frequency or within a specified frequency band and for a specified direction of sound incidence with respect to the reference axis, the ratio of the output voltage to the sound pressure in the undisturbed free field.

Unless otherwise specified, the undisturbed free field should be a plane progressive wave with the wavefront perpendicular to the reference axis of the microphone.

11.2.1.2 Method of measurement

The conditions for measurement are specified in Clauses 4 and 5. A free-field calibration of the standard microphone employed to measure the sound pressure is required. It is important to ensure that the orientation of the standard microphone agrees with the orientation used during its calibration.

For omnidirectional microphones (pressure type only), the free-field sensitivity in a plane-wave and that in a spherical wave do not differ from each other, and are equal to the pressure sensitivity, provided that diffraction effects in the field can be neglected. This is the case when the lateral dimensions of the microphone are small compared to the wavelength. At low frequencies, therefore, a spherical wave is sufficient to measure the plane-wave sensitivity of an omnidirectional microphone (pressure type only). At very low frequencies, free-field sensitivity and pressure sensitivity can be different due to the effect of a pressure equalization vent. For the higher frequency range, the microphone should be measured in the relevant sound field. If a cone loudspeaker with a diameter not larger than 0,3 m is used as a sound source, a suitable minimum distance for the free-field calibration of omnidirectional microphones (pressure type only) in the audio frequency range is 1 m.

11.2.2 Diffuse-field sensitivity

11.2.2.1 Characteristic to be specified

At a specified frequency or within a specified frequency band, the ratio of the output voltage to the sound pressure in the undisturbed diffuse field. The diffuse-field sensitivity is equal to the r.m.s. value of the free-field sensitivities for all directions of sound incidence. The diffuse-field sensitivity level equals the free-field plane-wave sensitivity level (see 11.2.1) minus the directivity index (see 13.2).

NOTE The diffuse-field is characterized by the fact that sound waves with random phase are randomly distributed over all directions (random incidence).

Instead of the diffuse field sensitivity, the manufacturer may state the free-field plane-wave sensitivity and the front-to-random sensitivity index at the same frequency or within the same frequency band.

11.2.2.2 Methods of measurement

The diffuse-field sensitivity can be obtained in two different ways:

- a) The diffuse-field sensitivity for a given frequency can be calculated from the free-field sensitivity (see 11.2.1) and the directional pattern (see 13.1) of the microphone in a plane progressive wave.

If the directional pattern has rotational symmetry the relationship between the diffuse-field sensitivity and the sensitivities at other angles of incidence θ is:

$$M_{\text{diff}}^2 = \frac{1}{2} \int_0^\pi M^2(\theta) \sin \theta \, d\theta$$

NOTE Modern computation algorithms allow easy calculation of the integral to any desired accuracy, thus allowing the replacement of earlier proposals for calculation with fixed steps every 30°.

- b) The diffuse-field sensitivity for a band of frequencies can be measured in a reverberant room if the conditions laid down in Clauses 4 and 5 are fulfilled. An omnidirectional sound source should preferably be used. A diffuse-field calibration of the standard microphone employed to measure the sound pressure is required.

11.2.3 Close-talking or near-field sensitivity

11.2.3.1 Characteristic to be specified

At a specified frequency or within a specified frequency band, the ratio of the output voltage to the sound pressure in the undisturbed sound field produced by a special source. This source shall simulate the human head and mouth (artificial mouth) and the reference point of the microphone shall be placed at a stated distance from the reference point of the source, the reference axis of the microphone being in a stated orientation with respect to the reference axis of the source.

11.2.3.2 Method of measurement

An artificial mouth is used as sound source (see 4.2.2). The distance between the reference point of the source and the reference point of the microphone, unless otherwise stated, shall be 25 mm for close-talking microphones and 30 cm for near-field microphones. The reference axis of the microphone shall be coincident with the reference axis of the sound source. If a different distance and/or orientation is used, it shall be stated with the measurement.

The standard microphone employed to measure the sound pressure shall be calibrated at the same distance used in the measurement. It is important that the orientation of the standard microphone shall be in accordance with the orientation used at the calibration laboratory. Unless otherwise specified, the diameter of the mouth opening shall be 20 mm.

11.2.4 Pressure sensitivity

11.2.4.1 Characteristic to be specified

At a specified frequency or within a specified frequency band, the ratio of the output voltage to the actual sound pressure at the acoustic entry of the microphone. This definition is relevant only to microphones with one sound entry.

The amplitude and phase of the sound pressure should be kept constant over the sound entry.

11.2.4.2 Method of measurement

The pressure sensitivity can be measured in a small chamber (coupler, sound calibrator). The calibrator produces the sound pressure by means of an oscillating piston. For the exact calculation of the sound pressure the equivalent volume of the microphone shall be added to the coupler volume. The upper frequency limit with this calibration is determined by the dimensions of the pressure chamber. The pressure sensitivity can be derived from the microphone output voltage with known sound pressure in the chamber.

Omnidirectional condenser microphones can be measured by exciting the diaphragm with an electrostatic actuator designed for use with the microphone being measured. The grid of the actuator carries a d.c. voltage on which is superimposed the audio-frequency test voltage. Without the d.c. voltage, the microphone output signal is at twice the frequency of the test voltage. The electrostatic actuator method may be used only when the results differ from coupler or free-field conditions by less than ± 1 dB. This typically requires the use of a correction curve.

11.3 Rated sensitivity

Rated sensitivity is the free-field, diffuse-field, close-talking, or pressure sensitivity assigned by the manufacturer. The rated sensitivity corresponds to the response at the standard reference frequency of 1 000 Hz. If the frequency response is not flat, it is recommended that the rated sensitivity corresponds to the arithmetic average over a one-octave band of the logarithmically plotted response, centred on the standard reference frequency of 1 000 Hz.

Unless otherwise specified, the rated sensitivity is understood to refer to the microphone under rated conditions. The manufacturer may specify the rated sensitivity for a specified load impedance (see 5.4 and 11.1).

12 Response

12.1 Frequency response

12.1.1 Characteristic to be specified

For stated conditions, the ratio, expressed in decibels, of the output voltage as a function of frequency of a sinusoidal signal to the output voltage at a stated frequency (or to the mean output voltage over a narrow band of frequencies) at a constant sound pressure and stated angle of incidence.

Unless otherwise stated, measurements shall be made in free-field conditions, and the frequency response refers to a plane progressive wave with the wavefront perpendicular to the reference axis of the microphone. It is strongly recommended that free-field response be given to allow evaluation of response to distant sound sources, even if the intended use is closer than this would imply. If free-field conditions apply but the sound field is not a plane progressive wave, sufficient further details shall be specified.

If the microphone is intended for near-field or close-talking application profiles (see 6.4) the close-talking or near-field frequency response shall be specified. It shall refer to the same source and to the same geometrical configuration of source and microphone as those for the specification of close-talking or near-field sensitivity (see 11.2.3).

Any other frequency response characteristic specified in this standard may also be given, such as sound pressure response or diffuse-field response. Frequency responses not specified in this standard may also be given, for an acoustical environment specified in 5.5, provided that no confusion is caused.

Technical specifications supplied by the manufacturer shall include frequency response over the effective frequency range (12.2) with the manufacturer's guaranteed tolerance either as a numerical value or as graphics superimposed on the response curve.

12.1.2 Method of measurement

The conditions for obtaining frequency response curves are specified in Clauses 4 and 5.

12.1.3 Graphical presentation of results

The graphical presentation of measurement results should be in accordance with IEC 60268-1:1985, Clause 10.

12.2 Effective frequency range

12.2.1 Characteristic to be specified

The frequency range over which the response of the microphone does not deviate by more than a specified amount from an 'ideal' response for the given purpose.

NOTE The response regarded as 'ideal' by the manufacturer might not be constant with respect to frequency. From artistic considerations, this might even apply to microphones of the highest quality. For speech-only microphones, the 'ideal' response can be chosen to achieve maximum intelligibility.

12.2.2 Method of measurement

For specified deviations relative to the specified required frequency response curve, the effective frequency range is obtained from the curve referred to in 12.1.1.

13 Directional characteristics

13.1 Directional pattern

13.1.1 Characteristic to be specified

Curve representing the free-field sensitivity level of the microphone as a function of the angle of incidence of the sound wave, for a stated frequency or narrow band of frequencies.

The characteristic directional pattern for plane progressive waves shall be stated. Other measurement conditions such as spherical sound waves may also be used in addition, when sufficient details are specified. Directional curves shall be provided at a sufficient number of frequencies or bands of frequencies in order to present adequately the frequency dependence of the directional pattern. The bands of frequencies shall be the preferred octave or third-octave bands of frequencies specified in IEC 61260-1.

NOTE It is often useful to specify in addition the ratio, in decibels, of the response at certain specified angles to the response on axis.

13.1.2 Methods of measurement

The conditions for measurement are specified in Clauses 4 and 5. The microphone shall be placed in an essentially plane progressive wave (see 5.5.2). Care shall be taken when measuring the directional characteristic of a highly directional microphone in an anechoic room. The inevitable reflections from the boundaries of the room can influence the results, particularly when the output voltage of the microphone is measured for an angle of sound incidence for which the sensitivity is low. In order to obtain correct results for microphones of large dimensions it might be necessary to measure these in the open air (see 5.5.2).

The measurement can be carried out in two different ways.

a) Directional response pattern:

- 1) the microphone is operated under rated conditions;
- 2) the distance between the reference point of the sound source and the reference point of the microphone is kept constant during the measurement;
- 3) the sound pressure is kept constant during the measurement;
- 4) the frequency is kept constant during the measurement;
- 5) the angle θ of sound incidence, measured with respect to the microphone reference axis, is varied continuously or step by step, including the angle zero; for the step-by-step method the angle of sound incidence is varied in steps depending on the guaranteed accuracy, preferably 10° or 15° ;
- 6) for each angle θ the corresponding output voltage $U(\theta)$ is measured or recorded;
- 7) the ratio $\Gamma(\theta)$ of the sensitivity of the microphone at the angle θ to the sensitivity at the angle zero is expressed as direct:

$$\Gamma(\theta) = \frac{U(\theta)}{U(0)}$$

or $G(\theta)$ in decibels:

$$G(\theta) = 20 \lg \frac{U(\theta)}{U(0)}$$

- 8) the measurement is repeated for a number of frequencies, preferred frequencies being the octave centre-frequencies 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz, 8 000 Hz and 16 000 Hz;
 - 9) if the microphone has no rotational symmetry, measurements of the directional characteristic in different planes through the reference axis of the microphone can be necessary;
 - 10) the results shall be presented as a family of polar response curves for the frequencies given under item 8). The polar response curves shall be drawn in accordance with IEC 60268-1. The origin of the polar characteristic of the directional pattern shall be the reference point of the microphone. Unless otherwise specified, the reference axis of the microphone shall be in the direction zero degree of the polar diagrams.
- b) directional frequency characteristic:
- 1) the microphone is operated under rated conditions;
 - 2) the angle of sound incidence θ , measured with respect to the microphone reference axis, is kept constant during the measurement;
 - 3) the distance between the reference point of the sound source and the reference point of the microphone is kept constant during the measurement;
 - 4) the sound pressure is kept constant during the measurement;
 - 5) the output voltage $U(\theta)$ of the microphone is measured as a function of the frequency for a number of discrete angles of sound incidence θ , including the angle zero;
 - 6) the results shall be presented as a family of frequency response curves for the various angles of incidence θ with respect to the reference axis;
 - 7) from these curves, it is possible to derive the ratio of the sensitivity of the microphone at the angle θ to the sensitivity at the angle zero for a specific frequency (polar curve (see 13.1.2 a)).

13.1.3 Graphical presentation of results

The graphical presentation of measurement results should conform to IEC 60268-1:1985, Clause 10.

13.2 Directivity index

13.2.1 Characteristic to be specified

The ratio, expressed in decibels, of the output voltage produced by plane sound waves arriving in the direction of the reference axis, to the output voltage produced by diffuse sound field having the same frequency or frequency band and r.m.s. sound pressure. The frequency or frequency band shall be stated.

13.2.2 Method of measurement

The directivity index D is given by

$$D = 20 \lg \frac{M_0}{M_{\text{diff}}}$$

where

M_0 is the free-field sensitivity specified in 11.2.1;

M_{diff} is the diffuse-field sensitivity specified in 11.2.2.

14 Amplitude non-linearity

14.1 General

A general explanation of amplitude non-linearity can be found in IEC 60268-2. The characteristics to be specified and the methods of measurement of various types of amplitude non-linearity which can be of importance for microphones can be found in 14.2 to 14.4. In simple cases, it is possible to generate sound fields with lower distortion than that of the microphone at moderate sound pressure levels. The distortion shall be measured under fixed conditions of bandwidth and level specified for different applications.

14.2 Total harmonic distortion

14.2.1 Characteristic to be specified

The ratio, expressed as a percentage or in decibels, of the r.m.s. sum of the harmonic voltage components in the output voltage to the total r.m.s. output voltage.

Harmonic distortion is one manifestation of amplitude non-linearity. If the sound field distortion cannot be kept small enough compared to the microphone non-linearity, other methods, for example difference frequency distortion, (see 14.4) shall be used.

14.2.2 Method of measurement

The relevant conditions specified in Clauses 4 and 5 shall be established.

A selective voltmeter, such as a wave analyzer, preceded if necessary by a high-pass filter which suppresses the fundamental frequency, is connected to the output of the microphone under test. The measuring device shall indicate the true r.m.s. value of the harmonic remainder.

The voltage of each of the separate harmonics U_{nf} is measured.

The total voltage U_t , including the fundamental frequency, is measured by a wide band r.m.s. meter connected to the microphone under test.

The total harmonic distortion can be determined by the equations

in percentage:

$$d_t = \frac{\sqrt{U_{2f}^2 + U_{3f}^2 + \dots + U_{nf}^2}}{U_t} \times 100 \%$$

in decibels:

$$L_{dt} = 20 \lg \left(\frac{d_t}{100} \right)$$

where

d_t is the total harmonic distortion;

U_{nf} is the voltage of the n th harmonics;

U_t is the total voltage;

L_{dt} is the total harmonic distortion in decibels.

The non-linearity distortion of the sound field in which the microphone under test is placed shall be much less than the distortion of the microphone itself (see 14.2.1).

14.3 Harmonic distortion of the n^{th} order ($n = 2, 3, \dots$)

14.3.1 Characteristic to be specified

The harmonic distortion of the n^{th} order, expressed in terms of the total voltage.

14.3.2 Method of measurement

The relevant conditions specified in Clauses 4 and 5 shall be established. A selective voltmeter, such as a wave analyzer, preceded, if necessary, by a high-pass filter which suppresses the fundamental frequency, is connected to the output of the microphone under test. The measuring device shall indicate the true r.m.s. value of the harmonic remainder.

The voltage of the separate harmonics U_{nf} is measured.

The total voltage, including the fundamental frequency, U_t is measured by a wide band r.m.s. meter connected to the microphone under test.

The harmonic distortion of the n^{th} order can be determined by the equations

in percentage:

$$d_n = \frac{U_{nf}}{U_t} \times 100 \%$$

in decibels:

$$L_{dn} = 20 \lg \left(\frac{d_n}{100} \right)$$

The non-linearity distortion of the sound field in which the microphone under test is placed shall be much less than the distortion of the microphone itself (see 14.2.1).

14.4 Difference frequency distortion of second order

14.4.1 Characteristic to be specified

The ratio of the signal of frequency $f_d = 80$ Hz at the output of the microphone when placed in a sound field consisting of two sinusoidal signals of frequencies f_1 and f_2 , such that $f_2 - f_1 = 80$ Hz, selected with an appropriate selective filter, to the signal voltage at the input of the selective filter (see IEC 60268-2:1987, 7.2).

14.4.2 Method of measurement

The measurements are made with two sound sources, one of which radiates the signal of frequency f_1 , and the other of frequency $f_1 = f_2 - 80$ Hz. The sound pressure levels produced by each of the sound sources at the reference point of the microphone shall be the same.

The method of measurement shall follow the procedure described in IEC 60268-3:2013, 14.12.8. The result is given by

in percentage

$$d_{fd} = \frac{U_{fd}}{2U_{\text{ref}}} \times 100 \%$$

in decibels

$$L_{fd} = 20 \lg \frac{d_{fd}}{100}$$

with U_{ref} as the geometric mean of U_{f1} and U_{f2}

where

U_{f1} is the voltage of frequency f_1 at the output of the microphone produced by the sound pressure from the first sound source;

U_{f2} as for U_{f1} , but for the voltage of frequency f_2 ;

U_{fd} is the voltage at the output of the microphone of frequency $f_d = f_2 - f_1 = 80$ Hz.

The distance between the reference points of the sound sources and the microphone under test is chosen so as to produce the required sound pressure levels at the microphone.

15 Limiting characteristics

15.1 Rated maximum permissible peak sound pressure

The maximum instantaneous sound pressure of a plane sound wave, specified by the manufacturer, that the microphone can tolerate without a permanent change of its performance characteristics, for any direction of sound incidence.

NOTE This characteristic includes the word "rated" because it is specified by the manufacturer as a result of a series of tests, and cannot be reliably measured in one sample (see IEC 60268-2).

15.2 Overload sound pressure

15.2.1 Characteristic to be specified

The maximum sound pressure of a plane sound wave at which the amplitude non-linearity of the microphone does not exceed a specified limit, for any frequency within the effective frequency range and for any direction of sound incidence. Overload sound pressure shall be

measured under rated conditions (see 4.2.2), and also for operation at the minimum permitted load impedance.

NOTE No common limits have yet been defined, however many data sheets refer to values of 0,5 % or 1 % for difference frequency distortion (14.2.2).

15.2.2 Method of measurement

The microphone is brought under rated conditions and the overload sound pressure is then measured for different angles of sound incidence by increasing the sound pressure of a pure sinusoidal sound until the distortion at the output of the microphone reaches a specified value. The sound pressure shall be stated for the angle of incidence for which maximum distortion occurs.

NOTE Non-linearities of the sound sources and of the air can limit the procedure. Difference frequency measurements as specified in 14.4.2 at least minimize the influence of loudspeaker non-linearities.

16 Balance

16.1 Balance of the microphone output

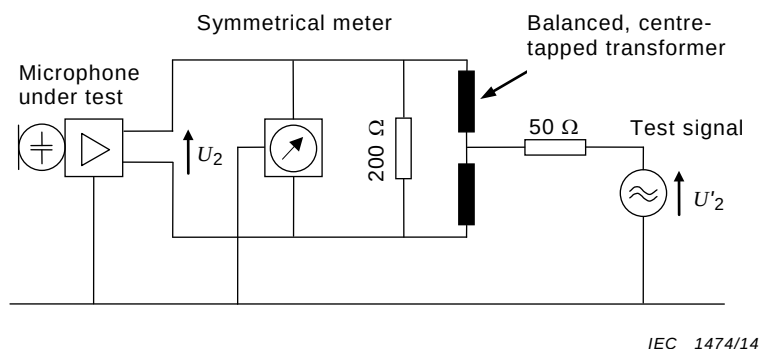


Figure 1 – Balance of the output

Figure 1 shows the measurement set-up in accordance with IEC 60268-2. Further reference is made to IEC 60268-3:2013, 14.15. All requirements for balance of source and meter are also valid for microphone measurements. The load resistor shall have a value of 200 Ω. The source impedance of the test signal U'_2 shall be 50 Ω. The balance of the measurement device itself shall be tested without the microphone by replacing it by a 200 Ω resistor. The "balance" b in decibels is calculated by

$$b = 20 \lg \frac{U_2}{U'_2} \quad (\text{see Figure 1})$$

The external sound level should be kept as low as possible in order not to influence the results.

16.2 Balance under working conditions

The procedure specified in 15.1 does not cover interference picked up via the output cable. With a modification of the setup in accordance with Figure 1, the corresponding voltage U_2 can be measured (see Figure 2).

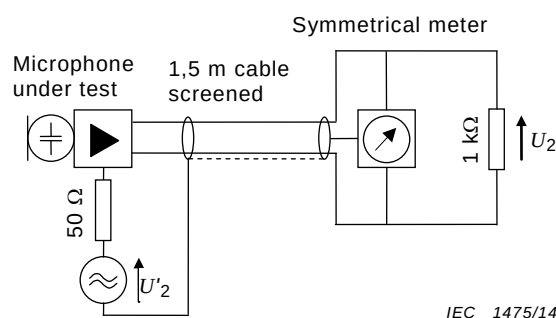


Figure 2 – Balance under working conditions

To get comparable conditions for different mechanical designs of microphones, the test shall be made including 1,5 m of high quality cable and with an output load of 1 kΩ.

NOTE A separate measurement of the cable verifies that its contribution to the result is negligible.

For the measurement, the cable screen is disconnected at the microphone output and the test voltage inserted. The ratio of the resulting voltage at the balanced meter to the interfering source is calculated in accordance with 16.1.

17 Equivalent sound pressure level due to inherent noise

17.1 Characteristic to be specified

The external sound pressure level that would give the same weighted output voltage as is observed when there is no external field, and the output voltage is only due to the inherent noise of the microphone. The reference frequency of the external sound pressure level shall be the same as for the rated free-field sensitivity.

It shall be specified which value (maximum, average, typical) is given in the specification. The maximum value is preferred.

NOTE Unless otherwise stated, it is understood that reference is made to free-field conditions and zero angle of incidence of sound.

17.2 Method of measurement

For measurements, proceed as follows.

- a) When measuring the inherent electric noise, the microphone shall be isolated against sound, wind, shock, vibration and electric or magnetic external fields. However, the microphone shall be in acoustical operating mode (see Note 2).

NOTE 1 An example for an efficient sound insulation device is given in Annex B.

NOTE 2 It has often been the practice to measure the noise level only of the electronics, using an "equivalent" circuit to replace the transducer element. This does not accurately measure the noise level of the complete microphone, due to noise contributed by the transducer element itself.

NOTE 3 Using a modern 40 dB to 60 dB amplifier for this measurement gives enough headroom that the microphone noise is dominant and there is no need to correct the measurement for amplifier noise.

- b) The weighted output voltage of the microphone due to inherent noise is measured, using the weighted measurements specified in IEC 60268-1:1985. Psophometric, quasi-peak measurements in accordance with IEC 60268-1:1985, 6.2.2, shall be included. It is strongly recommended that A-weighted r.m.s. noise measurements in accordance with IEC 60268-1:1985, 6.2.1, and one-third octave unweighted r.m.s. noise measurements in accordance with IEC 60268-1:1985, 6.2.3, are also included.

- c) With the microphone replaced by a resistor at room temperature, equal in value to the rated impedance of the microphone, the measured output voltage shall be less than one third of the value measured in step b), so that the wanted result is increased by less than 10 % by the internal noise of the measuring equipment and any residual external sound.
- d) The equivalent sound pressure due to inherent noise is the ratio of the output voltage to the rated free-field sensitivity.
- e) The equivalent sound pressure level is the ratio, expressed in decibels, of the equivalent sound pressure to the reference sound pressure (20 μ Pa).

18 Ambient conditions

18.1 General

The following characteristics shall be specified independently of each other. In cases where interdependencies exist, conditions and effects shall be specified by the manufacturer.

18.2 Pressure range

The ambient pressure range over which the characteristics of the microphone do not vary by more than ± 2 dB. If the manufacturer claims that the microphone is suitable for applications in which a high rate of change of ambient pressure occurs (such as an air-borne sound system) then the maximum tolerable rate of change of the ambient pressure shall also be stated.

18.3 Temperature range

The temperature range over which the characteristics of the microphone do not vary by more than ± 2 dB.

18.4 Relative humidity range

The relative humidity range over which the characteristics of the microphone do not vary by more than ± 2 dB.

19 External influences

19.1 General

19.1.1 Specification and methods of measurement

Microphones are subject to many forms of external interference, which it can be of vital importance to exclude or limit in particular cases. As, however, external influences by reason of non-linear effects can give rise to very complicated interference, no generally valid method of measurement can be given to evaluate all of them. The special case of external influences known as electromagnetic compatibility is covered in Clause 20. Specifications are subject to discussion between supplier and user and can lead to possibly elaborate laboratory and/or field tests.

The methods of measurement given below (see 19.2 to 19.4) deal only with external influences from:

- mechanical vibrations;
- wind;
- the "pop"-effect.

The methods given are neither exhaustive nor final, but are intended to provide useful guidance.

19.1.2 Other external interferences

For all external interferences other than those given in this standard, specifications shall be determined by agreement between supplier and user.

19.2 Equivalent sound pressure due to mechanical vibration

19.2.1 Characteristic to be specified

For a mechanical vibration, specified by the r.m.s. value of the acceleration, frequency and direction, the equivalent sound pressure due to the vibration, in the absence of a sound field. The equivalent sound pressure shall be stated for the direction of the vibration for which maximum influence occurs. The directions for both maximum and minimum influence shall be stated.

The equivalent sound pressure may be stated for vibrations at specified frequencies, or within a specified frequency band having the reference frequency as the geometric mean frequency. If linear relations exist, the equivalent sound pressure may be specified as a transmission factor, relating the equivalent sound pressure and the acceleration.

19.2.2 Method of measurement

For measurements, proceed as follows.

- a) The microphone is connected under rated conditions, without the application of a sound field.
- b) A mechanical vibration of a specified r.m.s. acceleration and of a specified frequency or a specified frequency band is applied. The direction of the vibration shall be such that maximum output voltage is obtained.
- c) The r.m.s. output voltage U_2 and the r.m.s. acceleration are measured.
- d) The equivalent sound pressure is computed from U_2 and from the rated sensitivity. The acceleration and the direction of the vibration shall be specified.
- e) A test is made to obtain the direction of vibration for minimum influence. This direction is also specified.
- f) The measurement is preferably made with a gliding frequency up to 250 Hz.
- g) If a linear relation exists between the equivalent sound pressure and the acceleration, the transmission factor may be specified. In cases of strong dependency on frequency, more values or the complete characteristic may be given.

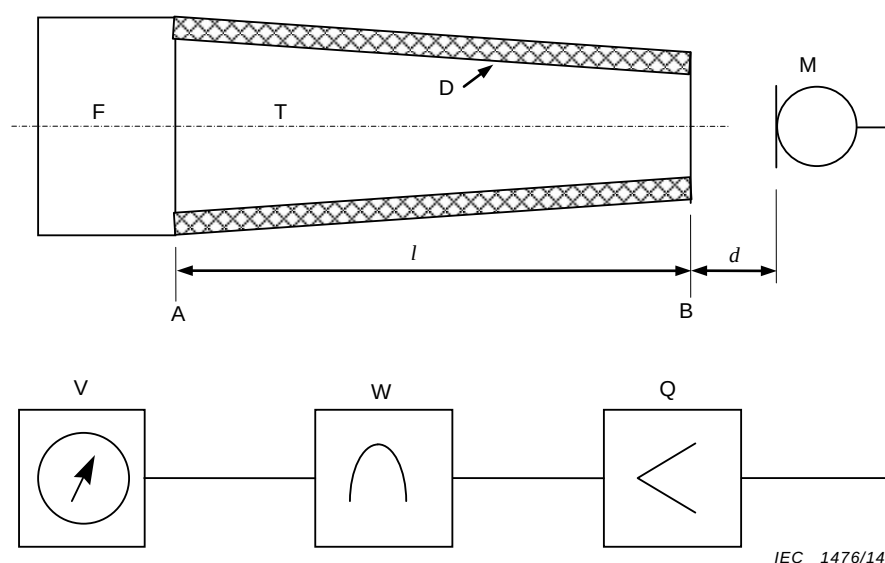
19.3 Equivalent sound pressure due to wind

19.3.1 Characteristic to be specified

For a wind, specified by velocity and direction, the equivalent sound pressure due to the wind in the absence of a sound field. The equivalent sound pressure shall be stated for the direction of the wind for which maximum influence occurs. The directions for both maximum and minimum influence shall be stated. Besides the weighted wide-band level, the equivalent sound pressure level may also be stated for octave or third-octave bands in the effective frequency range of the microphone and for additional wind velocities besides the reference value of 10 m/s.

19.3.2 Method of measurement

All measurements of wind noise are subject to large variations if the stream of air is turbulent at the source, or develops turbulence between source and microphone. After evaluating several methods, the wind tunnel method has proven to give the best matching to natural wind conditions. It is, however, still difficult to measure the nature of the generated wind and to describe it with enough accuracy. Therefore, at present it is better to specify the generator by mechanical characteristics.



Key

- F fan with low acoustic noise
- A inlet cross-section of wind tunnel
- T wind tunnel
- D damping material
- B outlet cross-section of wind tunnel
- l length of tunnel
- d measuring distance between microphone and tunnel outlet
- M microphone under test
- Q amplifier
- W weighting filter / band filter (optional)
- V voltmeter

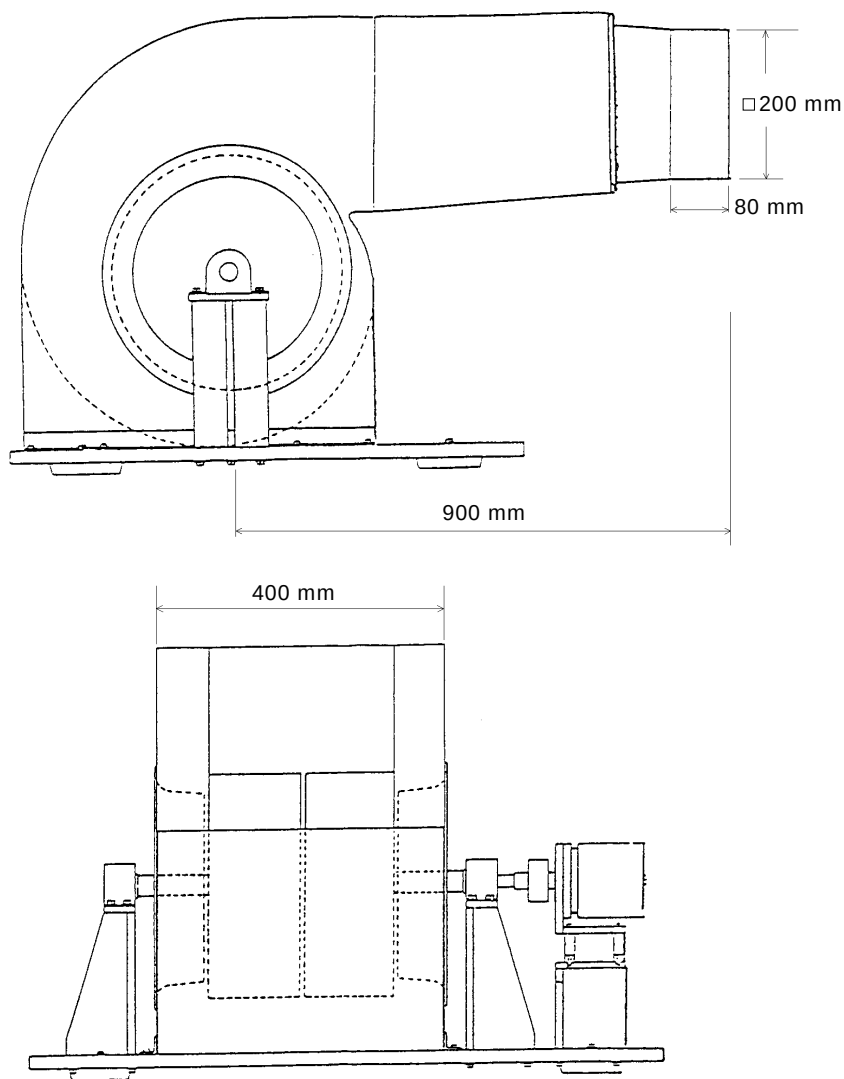
Figure 3 – Measurement set-up for wind influence

Two different solutions have been investigated, a short device with radial fan and a long device with axial fan (see Figure 4). The first has been installed by several institutions and has proven to give reproducible results everywhere. Similar experience with the second is not yet known. Comparative measurements between the first installation and other generators showed that major differences have to be expected. Therefore the published wind sensitivity values shall also state whether machine 1 or machine 2 has been used.

A block diagram of the measurement setup is shown in Figure 3. The microphone under test is placed at a distance of 25 cm from the outlet of the tunnel. The tunnel is operated in a room not influencing the measurement results, for example an anechoic chamber. The output voltage of the microphone under wind conditions is measured by the A-weighting filter in accordance with IEC 60268-1 and optionally as octave or third-octave band value. Microphones with detachable windscreens shall be measured with and without the windscreen.

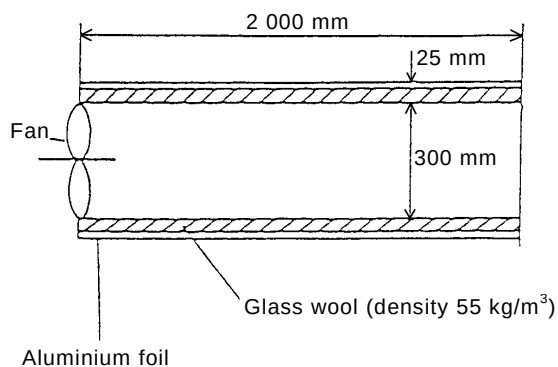
The two different machines to generate the air flow are shown in Figure 4. The tunnel inner surface is constructed to provide a homogeneous air flow. The dimensions chosen are large enough compared with those of the microphones to be tested. The higher velocity at the outlet of machine 1 is achieved by the conical construction reducing the cross-section. To achieve a laminar flow, the inside of machine 2 is covered with glass wool of 55 kg/m³ density and 2,5 cm thickness, or similar material. At the necessary speed the fans produce negligible acoustic noise. The measuring distance of 250 mm has been chosen to get an amount of turbulence similar to the natural wind conditions.

The nature of wind noise is such that pressure fluctuations, whose frequencies lie below the effective frequency range (so that they are not directly indicated), can give rise to microphone output signals large enough to overload the first stage of the amplifier. Care shall be taken to avoid such overloading effects.



IEC 1477/14

Figure 4a – Wind generator with radial fan (front and side view)



IEC 1478/14

Figure 4b – Wind generator with axial fan

Figure 4 – Wind generators, type 1 (Figure 4a) and type 2 (Figure 4b)

The procedure is given in steps a) to c).

- a) The microphone is connected under rated conditions to an amplifier in the absence of a sound field.
- b) The microphone under test is submitted to a wind of specified velocity, the reference being 10 m/s, and specified direction. The microphone is orientated with respect to the wind direction so that maximum output is obtained.
- c) The equivalent sound pressure level is computed from the output voltage of the microphone (wide band, weighted or additional narrow bands) and from the free-field sensitivity and is given in decibels with respect to the sound pressure level ref. 20 μPa . The direction of wind shall be specified and, in case of the wind speed differing from the reference value of 10 m/s, this value shall also be stated.

19.4 Transient equivalent sound pressure due to "pop" effect

19.4.1 Characteristic to be specified

NOTE This measurement uses "energy" for the time integral of the squared pressure at the microphone input. For the purpose of determining values for the characteristic, this is of no importance, because the otherwise necessary introduction of area and mechanical resistance would be cancelled in the energy ratio of both formulas given.

The reaction of the microphone to a defined "pop" excitation, measured in the absence of a sound field, with a measurement installation in accordance with Figure 5 that can simulate the air flow produced by human stop consonants (P, T, etc.). The installation generates a pressure signal inside the chambers and in the vent in accordance with Table 2, usually leading to microphone responses that can only be described by statistical values. Therefore the "energy" response W_{rm} of the microphone at a reference time t_{rm} according to arrival of the pressure wave-front is related to the "energy" value W_r at the reference time t_r in the chamber.

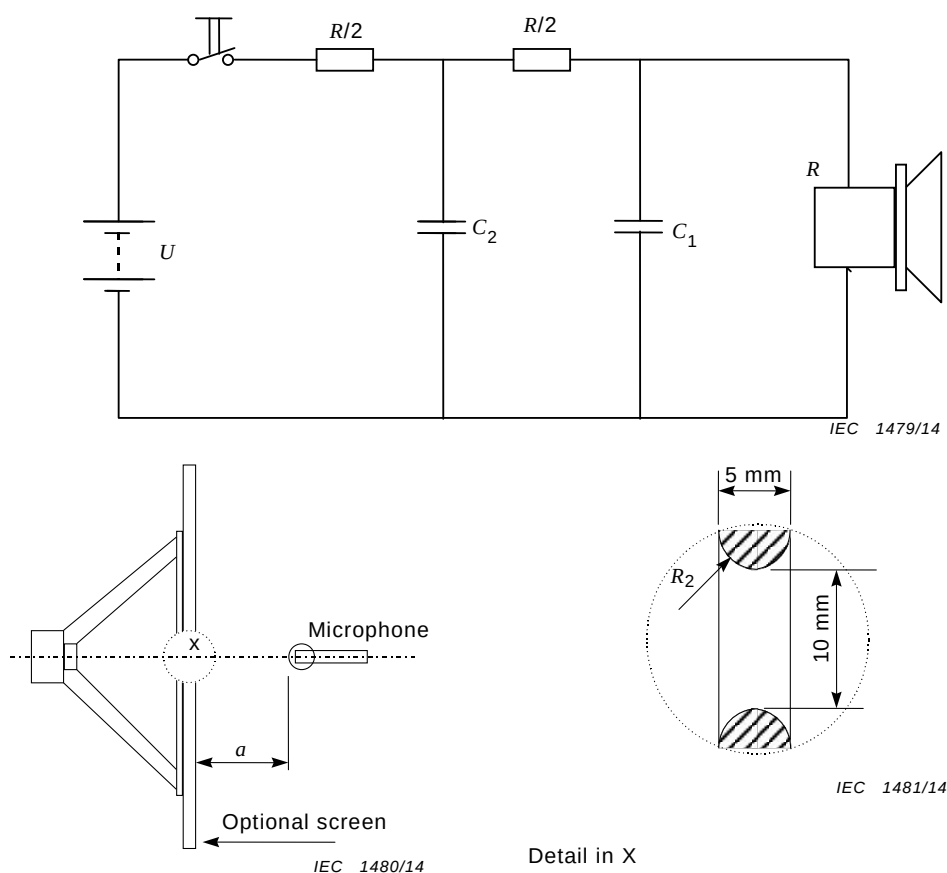


Figure 5 – Electrical and mechanical set-up for the measuring of the "pop" effect

The equivalent sound pressure level for the "pop" reaction is then given by:

$$L_{\text{pop}} = 10 \lg (W_{\text{rm}}/W_r) + L_p + k$$

The constant L_p allows for an excitation level in accordance with Table 3, while k corrects for different gains for the reference signal and the microphone output, as do the different sensitivities of the microphone for the reference signal and the microphone under test. If reference frequencies other than 1 000 Hz are used, these shall be stated.

As a second characterization of the microphone "pop" reaction, the decay can be calculated from

$$d = W_{\text{rm}}/W_{\text{em}}$$

The end time t_{em} is also delayed by the same amount as t_{rm} . A very "dry" reaction equals fast decay up to a value of nearly 1, "slow" microphones lead to results of far less than 1. The choice of a suitable reference time t_r is not finally verified by a sufficient number of measurements. For the moment, and to get comparable results, a value of 30 ms shall be chosen.

NOTE 1 Normally the sensitivity of the microphone at 1 000 Hz is taken as the reference. As some microphones obtain good "pop" behaviours only at the expense of considerably reduced bass response, the true practical result can be found by referring to a lower reference frequency, such as 150 Hz.

NOTE 2 A simplified method for the "pop" reaction has been proposed. It is described in Annex C. Interested parties are encouraged to make comparative measurements of both methods and their relationship to the audible amount of "pop" noise. Subscripts for the microphone response have the letter m added to subscripts for the reference signal. Reference time t_r is normally taken at zero crossing after L_p .

19.4.2 Method of measurement

The loudspeaker illustrated in Figure 5 shall be a woofer with a first resonant frequency of approximately 30 Hz and a diameter of approximately 250 mm. The element values given in Figure 5 may be changed to get the best approximation of the pressure signal, in accordance with Table 2. The surface of the vents illustrated in Figure 5 shall be polished to obtain a defined air stream. The reference signal shall show negligible difference between the centre of the vent and the interior of the chamber formed by the baffle and the loudspeaker cone. It should be measured by a miniature or probe microphone with flat response for the spectrum of the signal specified in Table A.1.

Table 2 – Reference signal and characteristics

Quantity	Value	Unit
L_p	20 ± 3	dB ref. 1 Pa
L_d	16 ± 3	dB ref. 1 Pa
t_p	≈ 10	ms
t_r	See 19.4	ms
t_d	30	ms
t_e	160	ms
W_r	≈ 5	Pa ² s
W_e	$< 7,5$	Pa ² s

The equivalent sound pressure shall be stated for the distance at which maximum "pop" reaction occurs. The microphone shall be operated with the sound and "pop" signal coming from the direction prescribed for practical use by the manufacturer. In cases where the output varies considerably depending on slight changes of this direction, this should be stated with the results.

The microphone under test is placed in front of the vent at the defined distance and the reaction to the reference signal is measured. The "energy" values for t_{rm} and t_{em} are taken and used for the calculation of the "pop" date. It is recommended not to use the average reference signal but to store every corresponding reference and also to repeat the measurement several times to get well-averaged data.

NOTE This definition and procedure is a first attempt to get comparable results. Increased use will show whether revisions are necessary.

20 Electromagnetic compatibility (EMC)

20.1 Regulatory requirements

Regulatory requirements are not within the scope of this standard and vary in different parts of the world. Table 3 gives examples of relevant regulations and standards.

Table 3 – Examples of EMC regulations and standards

Type of microphone	Emission USA	Immunity USA	Emission Europe	Immunity Europe
Microphone with analogue or digital audio output	FCC 47CFR15	–	EN 55032	EN 55035
Radio microphone	FCC 47CFR2, 47CFR15, 47CFR74, 47CFR90	–	EN 300 422-2	EN 300 422-2

NOTE In the USA, analogue microphones containing oscillators at frequencies below 1,705 MHz are exempt. The requirements of 47 CFR 15.109(a) apply to digital microphones and those with internal circuits operating above 1,705 MHz, when tested in accordance with 15.33 and verified in accordance with 2.902 et seq. of that regulation. Internally documented compliance with CISPR 22 is also an acceptable form of verification for microphones having any digital capability, including internal DSP.

20.2 Requirements for preserving programme quality

In many applications of microphones, additional immunity to electromagnetic disturbances is required in order to preserve programme quality. Table 4 gives a list of the disturbance phenomena likely to affect microphones and the relevant IEC EMC Basic standards, with methods of test and notes on their application to microphones.

Table 4 – Basic EMC standards and their application to microphones

Basic standard	Description	Application	Methods of test
IEC 61000-4-2	Immunity to electrostatic discharge (ESD)	See CISPR 35	Contact discharge 4 kV, air discharge 8 kV
IEC 61000-4-3	Immunity to radiated radio-frequency electromagnetic fields	See CISPR 35	Enclosure port 80 MHz to 1 000 MHz, 3 V/m and spot frequencies
IEC 61000-4-4	Immunity to fast transients or bursts	See CISPR 35	Analogue/digital data and DC power ports
IEC 61000-4-6	Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields	See CISPR 35	Current injected in cable screen simulates exposure to RF. 3 V from 0,15 MHz to 10 MHz, decreasing linearly with the logarithm of frequency to 1 V at 30 MHz, then maintained at 1 V to 80 MHz.
IEC 61000-4-8	Immunity to power frequency magnetic field	See CISPR 35 and IEC 60268-1:1985, Clause 12	50/60 Hz, 1 A/m and statement of equivalent SPL
IEC 61000-4-16	Immunity to conducted common-mode disturbances, 0 Hz to 150 kHz	See IEC 61000-4-16	Current injected in cable screen simulates mains fault currents
IEC 61000-4-17	Immunity to ripple on DC input power port	See IEC 61000-4-17	Performance degradation with ripple on DC power
NOTE If the microphone has a mains power supply, additional requirements apply to it, such as IEC 61000-3-2 and IEC 61000-3-3.			

Apart from electrostatic discharge, for which performance criterion B applies, all of the disturbances can be continuous or at least repetitive, so that performance criterion A applies.

20.3 Performance criteria

NOTE For other performance criteria, see CISPR 35.

20.3.1 Criterion A

The equipment shall continue to operate as intended without operator intervention. No degradation of performance, loss of function or change of operating state is allowed below a performance level specified by the manufacturer when the equipment is used as intended. The performance level may be replaced by a permissible loss of performance. If the minimum performance level or the permissible performance loss is not specified by the manufacturer, then either of these may be derived from the product description and documentation, and by what the user can reasonably expect from the equipment if used as intended.

20.3.2 Criterion B

After the test, the equipment shall continue to operate as intended without operator intervention. No degradation of performance or loss of function is allowed, after the application of the phenomena below a performance level specified by the manufacturer, when the equipment is used as intended. The performance level may be replaced by a permissible loss of performance. During the test, degradation of performance is allowed. However, no unintended change of operating state or stored data is allowed to persist after the test. If the minimum performance level (or the permissible performance loss) is not specified by the manufacturer, then either of these may be derived from the product description and documentation, and by what the user can reasonably expect from the equipment if used as intended.

20.4 Testing for immunity to disturbances in the presence of acoustical noise

Degradation of performance in microphones due to electromagnetic disturbance, when present, generally occurs in the form of additional noise added to the output signal. The output can be near the inherent noise level of the microphone as measured in 17.2, and it can be difficult to measure in a test environment capable of producing the disturbances required in Table 4, due to acoustic noise in the test environment.

It is recommended to test for immunity using a modified microphone with the sound-sensing element disabled, while maintaining its electrical properties and its effect on an electromagnetic field. Details of this procedure, if used, shall be included in the test report. Examples of suitable procedures are:

- dynamic microphones: replace the magnet(s) by non-magnetized parts;
- capacitor microphones: disconnect the polarizing voltage supply at a remote point;
- electret microphones: replace the charged element by an uncharged element;
- immobilize the sensing element.

20.5 Immunity to frequency-modulated radiated disturbances

Radiated immunity testing required for compliance with the European EMC Directive (see Bibliography) covers frequencies above 80 MHz, with amplitude modulation (AM). Additional testing might be required to evaluate performance degradation in the presence of frequency-modulated (FM) transmissions.

The tests in CISPR 35, Table 1, table clause 1.2², shall be repeated with a frequency-modulated test signal, 1 000 Hz modulation at 22,5 kHz peak deviation, with a field strength of 10 V/m. The AM and FM tests may be conducted together if the test generator can generate AM and FM simultaneously.

² CISPR 35, to be published.

20.6 Immunity to magnetic fields

Power frequency magnetic field immunity testing required for compliance with the EMC Directive covers degradation of performance when the microphone is placed in a 50 Hz or 60 Hz magnetic field of 1 A/m. Additional testing might be required to evaluate the amount of performance degradation at higher frequencies.

An external uniform magnetic field with sinusoidal waveform is applied. The direction of the field shall be such that the maximum output voltage of the microphone is measured. The measurement frequencies shall be 50 Hz or 60 Hz, 1 kHz and 16 kHz. The output of the microphone is measured in accordance with one of the weightings and meters specified in IEC 60268-1. The type of meter and weighting shall be specified. The measurements shall be referred to the free-field sensitivity, and stated as equivalent sound pressure levels for magnetic induction. For the method of producing a uniform alternating magnetic field, see 6.3 of IEC 61000-4-8:2009. The measurement shall be repeated to obtain the responses at the harmonics of the mains frequency up to and including the fifth.

20.7 Immunity to ripple on d.c. power supply

Microphones using phantom or A-B powering in accordance with IEC 61938 can be susceptible to hum due to ripple on the d.c. power supply.

IEC 61000-4-17 may be used as a reference. Test results shall be stated in terms of maximum d.c. power supply ripple in the frequency range 50 Hz to 180 Hz, as a percentage of the d.c. power supply voltage, for which the output voltage level due to noise increases by less than 1 dB. The wide band measurement in IEC 60268-1:1985, 6.1 shall be used.

20.8 Permanent magnetic field

Microphones incorporating permanent magnets can create an unavoidably large magnetic field. This field can affect other equipment, and this fact should be noted in the instruction manual. The user should allow for this and take precautions in placement.

When operating in rated conditions, the magnetic field strength shall be measured by means of a suitable flux meter, such as one incorporating a Hall effect detector, and shall be stated if it exceeds 0,5 mT at 1 cm from any surface of the microphone. If the microphone has an a.c. power port, the a.c. magnetic field shall be measured with a suitable search coil as described in IEC 60268-1:1985, 12.2 and shall be stated if it exceeds 1 μ T at 1 cm from any surface.

20.9 Evaluation and reporting of the test results

In addition to any other tests that are performed, the microphone output shall be evaluated in the presence of each of the disturbances specified in Table 4 in turn. Except for the electrostatic discharge test, the output of the microphone with the disturbance applied shall be reported as the equivalent input sound pressure level due to electromagnetic disturbance, if it exceeds the output with no disturbance by more than 1 dB. The wide band measurement in IEC 60268-1:1985, 6.1 shall be used in each case, and the output referred to free-field sensitivity of the microphone. If the procedure in 20.4 is used, the output in the absence of the disturbance shall be measured with a typical production sound-sensitive element, in accordance with Clause 17. A graphical presentation of results, stated as the equivalent input sound pressure level versus frequency over the frequency range given for the disturbance, shall be provided where appropriate.

In order for the provisions of Clause 20 to be effective, the manufacturer has an obligation to make the information specified above available on request by a prospective purchaser of the product. This standard cannot specify how that obligation can be discharged.

21 Physical characteristics

21.1 Dimensions

The main dimensions of the microphone shall be specified by the manufacturer.

21.2 Weight

The net mass of the microphone shall be specified by the manufacturer.

21.3 Cables and connectors

The connector or cable connections shall be specified by the manufacturer as, for example, connector contact numbers or conductor insulation colours. Polarity information shall be included (see 7.1).

Reference is made to IEC 60268-11 and IEC 60268-12.

22 Classification of the characteristics to be specified

It is essential that markings bearing on safety appear on the label and are clearly visible. Other markings are recommended but these might not, in some cases, be practicable, either for reasons of size or construction, or because variable facilities are provided which make the marking confusing. Accordingly, such markings are indicated by the letter R.

For stereo or multi channel microphones the data shall be given for each channel.

Table 5 shows the characteristics originally collected for analogue microphones. Most of them are also valid for microphones with built-in analogue-digital conversion. Changes and extensions for some characteristics are described in Annex D.

For compatibility reasons the user needs accurate information of data with high influence on the performance. Therefore the manufacturer shall publish limits ex factory for at least one characteristic of Clauses 10, 11, 12 and 14. It is highly recommended to provide more on request as some national or international regulations demand such information.

Table 5 – Classification of characteristics

Clause	Subclause	A ^a	B ^b
6	Type description		
	6.1 Principle of the transducer		X
	6.2 Type of microphone		X
	6.3 Type of directional response characteristics		X
	6.4 Application profile	R	X
7	Terminals and controls		
	7.1 Marking		X
	7.2 Connectors and electrical interface values	R	X
8	Reference point and axis		
	8.1 Reference point	R	X
	8.2 Reference axis	R	X
9	Rated power supply		
	– type of power supply	X	X
	– power supply voltage	X	X
	– upper and lower limits		X
	– current drawn from power supply		X
10	Electrical impedance		
	10.1 Internal impedance		R
	10.2 Rated impedance		X
	10.3 Minimum permitted load impedance	R	X
11	Sensitivity		
	11.2.1 Free-field sensitivity		X
	11.2.2 Diffuse-field sensitivity		R
	11.2.3 Close-talking or near-field sensitivity		R
	11.2.4 Pressure sensitivity		
	11.3 Rated sensitivity		
12	Response		
	12.1 Frequency response		X
	12.2 Effective frequency range		X
13	Directional characteristics		
	13.1 Directional pattern		X
	13.2 Directivity index		R
14	Amplitude non-linearity (all characteristics)		R
15	Limiting characteristics		
	15.1 Maximum permissible peak sound pressure		R
	15.2 Overload sound pressure		X
16	Balance		
	16.1 Balance of the microphone output		X
	16.2 Balance under working conditions		R
17	Equivalent sound pressure level due to inherent noise		X
18	Ambient conditions		
	18.2 Pressure range		R
	18.3 Temperature range		R
	18.4 Relative humidity range		R
19	External influences		
	19.2 Equivalent sound pressure due to mechanical vibration	–	R
	19.3 Equivalent sound pressure due to wind	–	R
	19.4 Transient equivalent sound pressure due to "pop" effect	–	R

Clause	Subclause	A ^a	B ^b
20	Table 4: EMC (for preserving programme quality) See 20.2		
	Equivalent SPL due to radiated radio-frequency electromagnetic fields	–	X
	Equivalent SPL due to fast transients or bursts	–	X
	Equivalent SPL due to conducted disturbances induced by radio-frequency fields	–	X
	Equivalent SPL due to power frequency magnetic field	–	X
	Equivalent SPL due to conducted common-mode disturbances, 0 Hz to 150 kHz	–	X
	Equivalent SPL due to ripple on DC input power port	–	X
21	Physical characteristics		
	21.1 Dimensions	–	X
	21.2 Weight	–	X
	21.3 Cables and connectors	–	X
Annex A	Additional characteristics		
	A.2 Front-to-rear sensitivity index (0° – 180°)		
	A.3 Noise cancelling index		
NOTE 1 IEC 61938:2013, 9.1 to 9.6 specify matching and marking of microphones and power supplies with preferred values.			
NOTE 2 The data relating to Clause 20 are not the data required for regulatory purposes.			
^a A is the data which shall be marked by the manufacturer on the microphone. R means 'Recommended'.			
^b B is the data which shall be specified by the manufacturer in the manual and technical specification.			

Annex A (normative)

Additional characteristics

A.1 Characteristic sensitivity for speech

A.1.1 Characteristic to be specified

The modulus of the relevant sensitivity of the microphone (see 11.2) averaged over the effective frequency range using a weighting which corresponds to a specified speech power spectrum.

NOTE The characteristic sensitivity for speech is intended to provide the information necessary for matching the microphone to the amplifier, taking into account both the frequency response of the microphone and an approximated speech power spectrum. This definition takes account of the fact that the major part of speech power is concentrated in the low-frequency range and also that, generally, microphones for speech transmission have a low-frequency roll-off. The characteristic sensitivity for speech bears no relation to an intelligibility rating.

A.1.2 Method of measurement

Average values of the relevant sensitivity selected from 11.2 are calculated for the octave frequency bands (in accordance with IEC 61260-1) with centre-frequencies 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz and 2 000 Hz.

These four average values $(M_f)_k$ can be calculated from the value at one frequency (e.g. 1 000 Hz) and from the frequency response measured under the relevant conditions, averaged on a decibel scale within each of the octave-bands.

The characteristic sensitivity for speech power shall be calculated from the expression

$$M_{\text{es}} = \left[\sum_{k=1}^4 \alpha_k (M_f)_k^2 \right]^{1/2}$$

where

k is the index of the octave-band considered ($k = 1 \dots 4$);

α_k is the speech-power weighting factor for the octave-band with index k given in Table A.1.

Table A.1 – Speech power weighting factor at octave-band centre frequencies

Index k	1	2	3	4
Centre-frequency of octave-band, Hz	250	500	1 000	2 000
Speech-power weighting factor, α_k	0,15	0,55	0,20	0,10

The characteristic sensitivity level for speech power $L_{M_{\text{CS}}}$ is the ratio, expressed in decibels, of the characteristic sensitivity for speech power M_{CS} and the reference sensitivity M_r ($= 1 \text{ V/Pa}$) expressed as follows:

$$L_{M_{\text{CS}}} = 20 \lg \frac{M_{\text{CS}}}{M_r}$$

NOTE The procedure given above involves several simplifications, but gives sufficient accuracy for normal practice. A more accurate method of weighting can be obtained by using a more extended frequency range, true power-averaging in narrower frequency-bands (e.g. third-octave bands) and the appropriate speech-power weighting factors for each of the narrower frequency-bands. However, any set of speech-power weighting factors to

be used as a basis for calculation are averages for different languages and different male and female voices, and the deviations for individual persons often exceed the limits of accuracy of the simplified procedure given above.

A.2 Front-to-rear sensitivity index (0° – 180°)

A.2.1 Characteristic to be specified

The ratio, expressed in decibels, of the free-field plane wave sensitivities for incidence of identical sound waves in the direction of the reference axis and in the opposite direction. The frequency or frequency band shall be stated.

A.2.2 Method of measurement

The front-to-rear sensitivity index is derived from the measured free-field plane wave sensitivities (see 11.2.1) for incidence of identical sound waves in the direction of the reference axis and in the opposite direction.

Care should be taken when measuring the front-to-rear sensitivity index of a highly directional microphone in an anechoic room because of the influence of sound reflections from the boundaries (see 13.1.2).

A.3 Noise-cancelling index

A.3.1 Characteristic to be specified

For close-talking noise cancelling microphones, the ratio, expressed in decibels, of the output voltage produced by sound waves emanating from a specified source (artificial mouth) placed at a stated distance from the microphone, with a stated orientation with respect to the reference axis of the microphone, to the output voltage produced by a diffuse sound field having the same frequency or frequency band and the same r.m.s. sound pressure. The frequency or frequency band shall be stated.

The noise-cancelling index shall be understood to be equal to the ratio, expressed in decibels, of the close-talking sensitivity (see 11.2.3) and the diffuse-field sensitivity (see 11.2.2) at the same frequency or within the same frequency band. In all cases the sound source used shall be stated.

The noise-cancelling index shall refer to the same source and to the same geometrical configuration of source and microphone as those for the specification of the close-talking sensitivity (see 11.2.3). The noise-cancelling index may be presented as frequency response curves for both the specified source and the diffuse sound field. Instead of an artificial mouth, an artificial head can be used.

A.3.2 Method of measurement

The noise-cancelling index is computed as the ratio, expressed in decibels, of the measured close-talking sensitivity (see 11.2.3) and the measured or calculated diffuse-field sensitivity (see 11.2.2).

It is presented either as a function of frequency within the effective frequency range, or as the frequency response curves for both the specified source (artificial mouth) and the diffuse sound field at the same sound pressure.

A.4 Special characteristics for stereo microphones

A.4.1 General

For stereophonic recording, special microphone units with fixed transducer arrangements for both audio channels are in use, as well as a multitude of well-defined arrangements (arrays) of monophonic microphones. The following characteristics apply to these microphones and arrays.

A.4.2 Included angle of an XY (left-right) microphone

A.4.2.1 Characteristic to be specified

The angle between the reference axis of the left-channel microphone and that of the right channel microphone.

A.4.2.2 Method of measurement

Usually both microphones have the same directional properties and the reference and mechanical axes are the same, so that the angle can be derived from the mechanical design. In case of doubt, directivity measurements for both channels should be made, following the procedure for monophonic microphones.

A.4.3 Acceptance angle

A.4.3.1 Characteristic to be specified

The angle between the directions of maximum ratio between right and left channel (X/Y and Y/X).

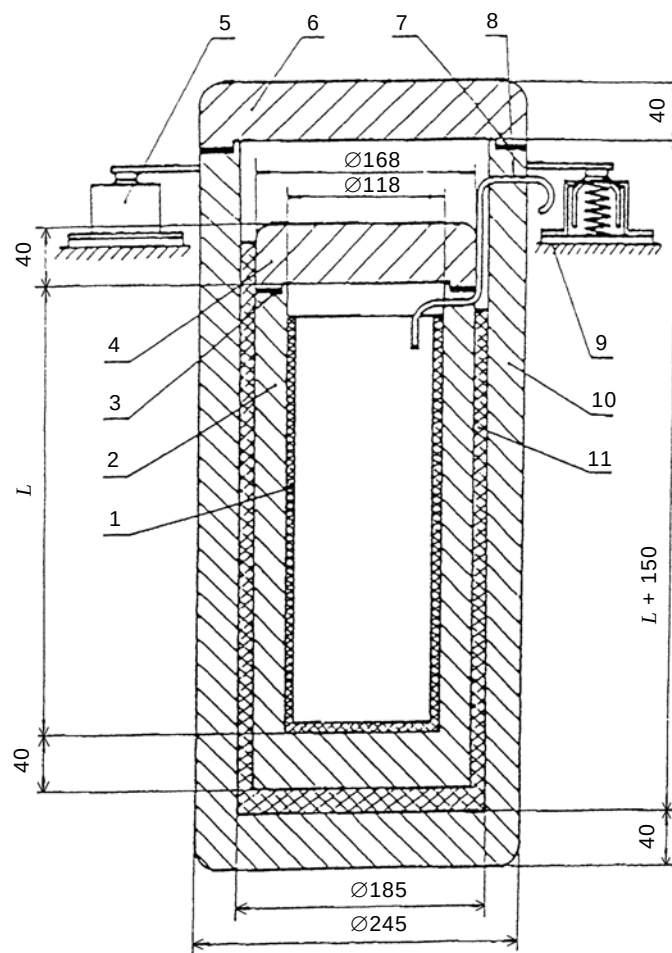
A.4.3.2 Method of measurement

The angle can be derived from directional response plots for left and right output, using the same zero reference direction. This can require the use of an MS to XY converter. The angle varies with frequency, so should be stated for several preferred frequencies.

Annex B (informative)

Sound insulation device

The sound insulation device is made of normal carbon steel. It has double encapsulation and is filled with damping materials between the inside and outside cans. At the base, the damper has axial symmetry and is uniformly distributed, see Figure B.1.



IEC 1482/14

Dimensions in millimetres

According to the requirements, define L as desired.

Key

- 1 sound absorbent lining
- 2 inside can
- 3 rubber spacer inside can
- 4 cover of inside can
- 5 vibration damper (four pieces)
- 6 cover of outside can
- 7 rubber spacer outside
- 8 measuring cable: the outlet for the measuring cable is sealed.
- 9 base plate
- 10 outside can
- 11 damping material

The resonance frequency of the system, constituted by the total stiffness of the vibration damper and the total mass of the can should be less than 10 Hz.

Figure B.1 – Sound insulation device

Annex C (informative)

Simplified procedure for “pop” measurements

C.1 General

The procedure is meant to supply reproducible and comparable measurement results for the “pop” effect of microphones. It provides a ranking of microphones according to “pop” noise and especially allows the definition of the “pop” attenuation of “pop” screens or other means applied to the microphone. It is simpler than the procedure specified in 19.4.

C.2 Measurement set-up

The measurement set-up is shown in Figure C.1. A woofer is covered with a 5 mm thick metal baffle to enclose a volume between diaphragm and baffle. In the middle of the baffle, nine holes are arranged in a square pattern, each having a diameter of 4,4 mm and at a distance to the neighbour of 10 mm. The holes should have no sharp edges, for example a 45° polished chamfer.

The microphone under test is situated 10 cm from the holes on axis. At at least 30 mm beside these holes, a calibration microphone M_c is tightly fixed into an extra hole of the plate to pick up the inside pressure signal.

The loudspeaker input is a sinusoidal signal of 5 Hz.

C.3 Measurement procedure

The 5 Hz signal is supplied to the loudspeaker via an amplifier with adjustable gain. It is adjusted to a peak sound pressure level of 140 dB in the chamber between the baffle and the diaphragm of the loudspeaker.

A measuring microphone of 12,7 mm diameter is positioned at 100 mm distance from the baffle and on the axis of the loudspeaker. The mounting equipment should have negligible influence on the sound field and air flow. With an adequate filter, frequencies below 5 Hz are cut off. The output is then measured as an r.m.s. value using an A-weighting filter to give sound pressure level reference values $L_{A,r}$ for wide band and $L_{T,r}$ for third-octave characteristics.

With 50 mm displacement of the microphone from the axis, the measurement is repeated to give the threshold limits $L_{A,t}$ and $L_{T,t}$ for the procedure.

NOTE The threshold values depend on the smoothness of the holes in the baffle. Careful polishing shifts the values to lower sound pressure levels.

By relating the measured output voltages to the sensitivity of the microphone, the output voltages may be expressed as equivalent sound pressure levels, reference 20 µPa.

The differences

$$\delta L_{A \text{ pop}} = L_{A,t} - L_{A,r}$$

$$\delta L_{T \text{ pop}} = L_{T,t} - L_{T,r}$$

characterize the "pop" sensitivity of the microphone under test as long as they are at least 10 dB higher (with reduced accuracy, 6 dB) than the limits $L_{A,t}$ and $L_{T,t}$.

The results give no indication of possible influences on the "pop" effect of different acoustical transfer functions at very low frequency. A possible way of excluding this influence is discussed in 19.4.

C.4 Approximate inclusion of different frequency responses

If the microphone under test shows extreme differences from a flat response, a low bass response would lead to a low value from the "pop" measurement device. This might be subjectively right but lead to unacceptable coloration. The following approximation gives a way of excluding the influence of the frequency response on the "pop" results.

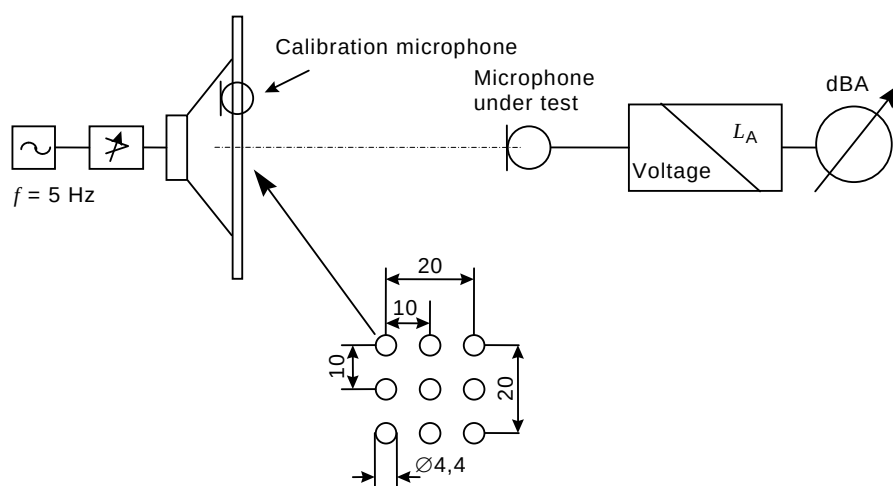
The differences $K_f = L_{f,m} - L_{f,r}$ at each of these frequencies give correction factors to be added to the originally measured "pop" values for new values $L_{T,m \text{ new}} = L_{T,m} + K_f$. If these values are reduced by the differences A_f from the A-weighting curve, the A-weighted sound pressure level can be calculated from the third octave values by the equation:

$$\delta L_{A,\text{pop new}} = 10 \lg \left(\sum 10^{(L_{T,m} + K_f - A_f)/10} \right)$$

The values of A_f can be found in IEC 61672-1.

Using the apparatus shown in

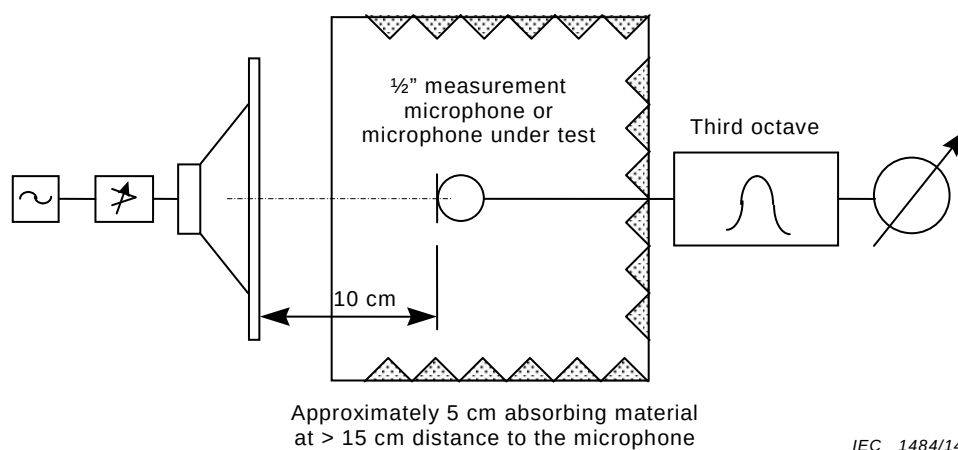
Figure C.2, the frequency responses of a half inch measuring microphone ($L_{f,m}$) and of the microphone under test ($L_{f,r}$) are measured for each third-octave mid-band frequency from 50 Hz to 250 Hz.



IEC 1483/14

Dimensions in millimetres

Figure C.1 – Measurement set-up



IEC 1484/14

Figure C.2 – Test fixture for the sound field sensitivity

Annex D (informative)

Recommendations for professional digital microphones

D.1 General

This annex provides guidance resulting from discussions primarily regarding professional microphones using e.g. the AES42 standard output, and should be considered as recommendations for companies publishing specifications of such microphones, only. It includes definitions and further explanations of characteristics introduced with digital microphones. The definitions in this annex are limited to microphones having an interface using linear pulse code modulation (LPCM) coding similar to that specified in IEC 60958-4. Clauses from the main part are recommended for application where stated in Table D.1. New clauses are introduced in Table D.2. Further information can be found in the literature (see Bibliography).

D.2 Data sheets for digital microphones

Signal levels should be measured digitally relative to full-scale. If the gain can be changed in the microphone, the influence on sensitivity and signal to noise ratio should be stated. Mechanical, electrical and protocol characteristics of a digital microphone are defined in the corresponding standards.

Table D.1 – Classification of the characteristics recommended to be specified

Clause	Subclause	Classification
6	Type description 6.1 Principle of the transducer 6.2 Type of microphone 6.3 Type of directional response characteristics	Same as for analogue microphones.
7	Terminals and controls 7.1 Marking 7.2 Connectors and electrical interface values	Connectors and electrical interfaces are defined in the relevant digital interface standards. The applicable standard should be stated.
8	Reference point and axis 8.1 Reference point 8.2 Reference axis	Same as for analogue microphones.
9	Rated power supply – type of power supply – power supply voltage – upper and lower limits – current drawn from power supply	The powering is defined in the relevant digital interface standard. The applicable standard should be stated.
10	Electrical impedance 10.1 Internal impedance 10.2 Rated impedance 10.3 Minimum permitted load impedance	The interface impedance is defined in the relevant digital interface standard. The applicable standard should be stated.

Clause	Subclause	Classification
11	Sensitivity 11.2.1 Free-field sensitivity 11.2.2 Diffuse-field sensitivity 11.2.3 Close-talking or near-field sensitivity 11.2.4 Pressure sensitivity 11.3 Rated sensitivity	The sensitivity should be expressed as output level relative to digital full-scale (0 dB FS) generated by a sound pressure of 1Pa (94 dB SPL). In case of variable gain the sensitivity should be stated at least for maximum and minimum gain.
12	Response 12.1 Frequency response 12.2 Effective frequency range	Same as for analogue microphones.
13	Directional characteristics 13.1 Directional pattern 13.2 Directivity index	Same as for analogue microphones.
14	Amplitude non-linearity (all characteristics)	Same as for analogue microphones.
15	Limiting characteristics 15.1 Maximum permissible peak sound pressure 15.2 Overload sound pressure	Same as for analogue microphones.
16	Balance 16.1 Balance of the microphone output	Not applicable or defined in relevant digital interface standards.
17	Equivalent sound pressure level due to inherent noise	Signal levels are measured in the digital domain. The equivalent sound pressure is calculated with the digital sensitivity. If gain is not fixed sensitivity should be stated at least for maximum and minimum gain.
18	Ambient conditions 18.1 General 18.2 Pressure range 18.3 Temperature range 18.4 Relative humidity range	Same as for analogue microphones
19	External influences 19.1 General 19.2 Equivalent sound pressure due to mechanical vibration 19.3 Equivalent sound pressure due to wind 19.4 Transient equivalent sound pressure due to "pop" effect	See Clause 17.
20	Electromagnetic compatibility (EMC)	Same as for analogue microphones.
21	Physical characteristics 21.1 Dimensions 21.2 Weight 21.3 Cables and connectors	Mechanical parameters same as for analogue microphones. Cables and connectors are defined in relevant digital interface standards. The applicable standard should be stated.

Table D.2 – Additional digital characteristics to be specified

Digital characteristics: 1 Word length 2 Sampling frequencies 3 Latency time 4 Internal signal processing 5 Output interface jitter 6 Audio data dc offset 7 Method of synchronization 8 Type of codec	Latency is expressed as the number of samples or latency time at each stated sampling frequency. Internal DSP functions which can affect the described characteristics should be stated.
--	--

Bibliography

CISPR 22, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

IEC 60065:2001, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*
Amendment 2:2010
Amendment 1:2005

IEC 60958-4, *Digital audio interface – Part 4: Professional applications*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61606 (all parts), *Audio and audiovisual equipment – Digital audio parts – Basic measurement methods of audio characteristics*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

U.S. Federal Communications Commission, "Frequency Allocations and Radio Treaty Matters; General Rules and Regulations." *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 2, 2012

U.S. Federal Communications Commission "Radio Frequency Devices." *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 15, 2012

U.S. Federal Communications Commission "Experimental Radio, Auxiliary, Special Broadcast and other Program Distributional Services." *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 74, 2012

U.S. Federal Communications Commission "Private Land Mobile Radio Services." *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 90, 2012

AES3-2009: *AES standard for digital audio engineering – Serial transmission format for two-channel linearly represented digital audio data*

AES42-2010: *AES standard for acoustics – Digital interface for microphones*

DIRECTIVE 2004/108/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 December 2004 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility and repealing Directive 89/336/EEC

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	58
1 Domaine d'application	60
2 Références normatives	60
3 Termes et définitions	62
4 Conditions générales	62
4.1 Généralités	62
4.2 Conditions de mesure.....	62
4.2.1 Généralités	62
4.2.2 Conditions assignées	63
5 Conditions particulières.....	64
5.1 Préconditionnement	64
5.2 Source sonore.....	64
5.3 Mesure de la pression acoustique.....	64
5.4 Système de mesure de la tension	64
5.5 Ambiance acoustique	64
5.5.1 Généralités	64
5.5.2 Conditions de champ libre	65
5.5.3 Conditions de champ diffus	67
5.5.4 Microphone couplé à une source sonore à l'aide d'un coupleur à cavité de faible volume.....	68
5.6 Méthodes de mesurage de la réponse en fréquence	68
5.6.1 Méthodes point par point et par balayage continu de fréquence	68
5.6.2 Méthode d'étalonnage	68
5.7 Précision globale.....	69
5.8 Présentation graphique des résultats.....	69
6 Nature du microphone (comportement acoustique).....	69
6.1 Principe du transducteur.....	69
6.2 Type de microphone.....	69
6.3 Type de courbe de directivité.....	69
6.4 Profil d'application	69
7 Bornes et dispositifs de réglage	70
7.1 Repérage	70
7.2 Connecteurs et valeurs électriques d'interconnexion	70
8 Point et axe de référence	70
8.1 Point de référence.....	70
8.2 Axe de référence.....	70
9 Alimentation assignée	71
9.1 Caractéristiques à spécifier	71
9.2 Méthode de mesure.....	71
10 Impédance électrique.....	71
10.1 Impédance interne	71
10.1.1 Caractéristique à spécifier.....	71
10.1.2 Méthodes de mesure.....	71
10.2 Impédance assignée	72

10.3	Impédance assignée de charge autorisée minimale	72
11	Efficacité	72
11.1	Généralités	72
11.2	Efficacités en fonction de l'ambiance acoustique	73
11.2.1	Efficacité en champ libre	73
11.2.2	Efficacité en champ diffus	73
11.2.3	Diaphonie ou efficacité en champ proche	74
11.2.4	Efficacité en pression	74
11.3	Efficacités en fonction de la nature du signal	75
12	Réponse	75
12.1	Réponse en fréquence	75
12.1.1	Caractéristique à spécifier	75
12.1.2	Méthode de mesure	76
12.1.3	Présentation graphique des résultats	76
12.2	Gamme utile de fréquences	76
12.2.1	Caractéristique à spécifier	76
12.2.2	Méthode de mesure	76
13	Caractéristiques directionnelles	76
13.1	Diagramme directionnel	76
13.1.1	Caractéristique à spécifier	76
13.1.2	Méthodes de mesure	77
13.1.3	Présentation graphique des résultats	78
13.2	Indice de directivité	78
13.2.1	Caractéristique à spécifier	78
13.2.2	Méthode de mesure	78
14	Non-linéarité d'amplitude	78
14.1	Généralités	78
14.2	Distorsion harmonique totale	78
14.2.1	Caractéristique à spécifier	78
14.2.2	Méthode de mesure	79
14.3	Distorsion harmonique d'ordre n ($n = 2, 3, \dots$)	79
14.3.1	Caractéristique à spécifier	79
14.3.2	Méthode de mesure	79
14.4	Distorsion par différences des fréquences du deuxième ordre	80
14.4.1	Caractéristique à spécifier	80
14.4.2	Méthode de mesure	80
15	Caractéristiques limites	81
15.1	Pression acoustique de crête maximale admissible assignée	81
15.2	Pression acoustique limite de surcharge	81
15.2.1	Caractéristique à spécifier	81
15.2.2	Méthode de mesure	81
16	Symétrie	81
16.1	Symétrie de la sortie des microphones	81
16.2	Symétrie dans les conditions de fonctionnement	82
17	Niveau de pression acoustique équivalente au bruit propre	82
17.1	Caractéristique à spécifier	82
17.2	Méthode de mesure	83
18	Conditions climatiques	83

18.1	Généralités	83
18.2	Domaine de pression atmosphérique	83
18.3	Domaine de température	83
18.4	Domaine d'humidité relative.....	84
19	Perturbations extérieures	84
19.1	Généralités	84
19.1.1	Spécifications et méthodes de mesure	84
19.1.2	Autres perturbations extérieures.....	84
19.2	Pression acoustique équivalente due aux vibrations mécaniques	84
19.2.1	Caractéristique à spécifier.....	84
19.2.2	Méthode de mesure	84
19.3	Pression acoustique équivalente due au vent.....	85
19.3.1	Caractéristique à spécifier.....	85
19.3.2	Méthode de mesure	85
19.4	Pression acoustique équivalente transitoire due à l'effet «pop»	88
19.4.1	Caractéristique à spécifier.....	88
19.4.2	Méthode de mesure	90
20	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	90
20.1	Exigences réglementaires	90
20.2	Exigences de constance de la qualité des programmes	91
20.3	Critères de performance.....	92
20.3.1	Critère A	92
20.3.2	Critère B	92
20.4	Essai d'immunité aux perturbations en présence d'un bruit acoustique	92
20.5	Immunité aux perturbations rayonnées modulées en fréquence	93
20.6	Immunité aux champs magnétiques.....	93
20.7	Immunité aux ondulations sur l'alimentation en courant continu	93
20.8	Champ magnétique permanent.....	93
20.9	Évaluation et rapport des résultats d'essai	94
21	Caractéristiques physiques	94
21.1	Dimensions	94
21.2	Masse.....	94
21.3	Câbles et connexions	94
22	Classification des caractéristiques à spécifier.....	94
Annexe A (normative)	Caractéristiques supplémentaires.....	98
A.1	Efficacité caractéristique pour la parole	98
A.1.1	Caractéristique à spécifier.....	98
A.1.2	Méthode de mesure	98
A.2	Indice d'efficacité avant-arrière (0° – 180°)	99
A.2.1	Caractéristique à spécifier.....	99
A.2.2	Méthode de mesure	99
A.3	Indice de réduction de bruit	99
A.3.1	Caractéristique à spécifier.....	99
A.3.2	Méthode de mesure	99
A.4	Caractéristiques spéciales pour les microphones stéréo	100
A.4.1	Généralités	100
A.4.2	Angle d'ouverture d'un microphone XY (gauche-droite).....	100

A.4.3	Angle d'ouverture	100
Annexe B (informative)	Dispositif d'isolation sonore	101
Annexe C (informative)	Procédure simplifiée pour la mesure de l'effet «pop»	102
C.1	Généralités	102
C.2	Dispositif de mesure.....	102
C.3	Procédure pour la mesure	102
C.4	Prise en compte approximative des différences de courbe de réponse	103
Annexe D (informative)	Recommandations pour les microphones numériques professionnels	105
D.1	Généralités	105
D.2	Fiches techniques relatives aux microphones numériques	105
Bibliographie		108
Figure 1	– Symétrie de la sortie	81
Figure 2	– Symétrie en condition de fonctionnement	82
Figure 3	– Dispositif pour la mesure de l'influence du vent	86
Figure 4	– Générateurs de vent de type 1 (Figure 4a) et de type 2 (Figure 4b)	88
Figure 5	– Dispositif électrique et mécanique pour la mesure de l'effet «pop»	89
Figure B.1	– Dispositif d'isolation sonore	101
Figure C.1	– Dispositif de mesure.....	103
Figure C.2	– Dispositif d'essai pour l'efficacité de champ acoustique	104
Tableau 1	– Temps de réverbération de la chambre vide	67
Tableau 2	– Signal de référence et ses caractéristiques	90
Tableau 3	– Exemples de réglementations et de normes de CEM	91
Tableau 4	– Normes fondamentales de CEM et leur application aux microphones	91
Tableau 5	– Classification des caractéristiques.....	96
Tableau A.1	– Facteur de pondération de l'énergie de la parole aux fréquences médianes de chaque bande d'octave	98
Table D.1	– Classification des caractéristiques qu'il est recommandé de spécifier.....	105
Table D.2	– Caractéristiques numériques supplémentaires à spécifier	107

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES
ÉLECTROACOUSTIQUES –

Partie 4: Microphones

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A 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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60268-4 a été établie par le comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- clarification du Tableau 5 de classification des caractéristiques;
- clarification de la représentation graphique;

- clarification des influences de l'environnement;
- réécriture de l'article relatif à la CEM;
- tolérances et valeurs plus spécifiques pour les mesures de bruit;
- inclusion de la réponse en champ proche pour des distances source sonore-microphone de l'ordre de 30 cm.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
100/2116/CDV	100/2186/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60268, présentées sous le titre général *Équipements pour systèmes électroacoustiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES –

Partie 4: Microphones

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60268 spécifie les méthodes de mesure portant sur l'impédance électrique, l'efficacité, le diagramme de directivité, la dynamique, et les perturbations extérieures des microphones pour les systèmes électroacoustiques, et détaille également les caractéristiques à spécifier par le constructeur.

Elle s'applique aux microphones pour les systèmes électroacoustiques appartenant aux applications relatives à la parole et à la musique. Elle ne s'applique pas aux microphones de mesure; mais elle s'applique à chaque voie audio des microphones multivoies, par exemple pour une utilisation stéréo ou similaire. Elle est également applicable aux microphones à montage encastré et aux caractéristiques analogiques des microphones à sortie audio numérique.

Pour les besoins de la présente Norme internationale, un microphone comprend tous les dispositifs, tels que les transformateurs, préamplificateurs ou autres éléments faisant partie intégrante du microphone, jusqu'aux bornes de sortie spécifiées par le constructeur.

Les principales caractéristiques d'un microphone sont traitées dans les Articles 6 à 21. Des caractéristiques supplémentaires sont traitées dans les Annexes A, C et D.

NOTE Les caractéristiques spécifiées dans la présente norme ne décrivent pas complètement la réponse subjective du microphone. Des travaux sont encore nécessaires pour déterminer de nouvelles définitions et de nouvelles procédures de mesure pour remplacer ultérieurement au moins certaines descriptions subjectives utilisées pour décrire la performance du microphone, par des caractéristiques objectives.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

CISPR 35:–, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'immunité*¹

IEC 60268-1:1985, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Première partie: Généralités*

Amendement 1:1988

Amendement 2:1988

IEC 60268-2:1987, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Deuxième partie: Explication des termes généraux et méthodes de calcul*

Amendement 1:1991

¹ A publier.

IEC 60268-3:2013, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 3: Amplificateurs*

IEC 60268-5:2003, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 5: Haut-parleurs*
Amendement 1:2007
Amendement 1:2007

IEC 60268-11:1987, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Onzième partie: Application des connecteurs pour l'interconnexion des éléments de systèmes électroacoustiques*
Amendement 1:1989
Amendement 2:1991

IEC 60268-12:1987, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Douzième partie: Application des connecteurs pour radiodiffusion et usage analogue*
Amendement 1:1991
Amendement 2:1994

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*
Amendement 1:2007
Amendement 2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure - Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-17:1999, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-17: Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité à l'ondulation résiduelle sur entrée de puissance à courant continu*
Amendement 1:2001
Amendement 2:2008

IEC 61260-1:2014, *Electroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave – Partie 1: Spécifications*

IEC 61938:2013, *Systèmes multimédia – Guide des caractéristiques recommandées des interfaces analogiques permettant d'obtenir l'interopérabilité*

Recommandation UIT-T P.51:1996, *Bouche artificielle*.

EN 55103-2:2009, *Compatibilité électromagnétique – Norme de famille de produits pour les appareils à usage professionnel audio, vidéo, audiovisuels et de commande de lumière pour spectacles – Partie 2: Immunité*

EN 300 422-2 V1.3.1:2011, *Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters (ERM) – Wireless microphones in the 25 MHz to 3 GHz frequency range – Part 2: Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la IEC 60268-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

microphone de champ lointain

microphone destiné à être utilisé à une distance supérieure à 1 m de la source sonore

3.2

microphone de champ proche

microphone destiné à être utilisé par un opérateur individuel à une distance approximative de 30 cm

3.3

microphone paraphonique

microphone destiné à être utilisé à une distance approximative de 25 mm de la source sonore

4 Conditions générales

4.1 Généralités

On se référera à l'IEC 60268-1 pour ce qui concerne:

- les unités et le principe des mesures;
- les fréquences de mesure;
- les grandeurs à spécifier et leurs tolérances (voir aussi 5.7);
- le repérage (voir aussi 7.1);
- les conditions ambiantes;
- les filtres, les réseaux et les appareils de mesure pour la spécification et la mesure du bruit;
- les spécifications individuelles et les spécifications de série;
- la représentation graphique des caractéristiques;
- les échelles pour les représentations graphiques;
- la sécurité du personnel et la protection contre le feu;
- la méthode de production d'un champ magnétique alternatif uniforme;
- les bobines exploratrices pour la mesure de l'intensité d'un champ magnétique,

et à l'IEC 61938 pour ce qui concerne l'alimentation des microphones.

4.2 Conditions de mesure

4.2.1 Généralités

Pour faciliter la spécification des conditions dans lesquelles les microphones doivent être mesurés, trois ensembles de conditions ont été définis dans la présente norme sous le titre de «conditions assignées».

Il convient d'effectuer les mesures sur les microphones dans des conditions s'approchant de celles dans lesquelles il est prévu de les utiliser. Trois ensembles de conditions de mesure sont spécifiés dans la présente norme: champ libre, champ proche et paraphonique. Les différences entre ces trois ensembles de conditions résident dans la distance par rapport à la source sonore et le niveau de pression acoustique de la mesure. Les mesures doivent être

consignées en utilisant au moins l'un de ces trois ensembles de conditions. Des données supplémentaires peuvent être incluses, pourvu que les conditions de mesure soient spécifiées.

Trois données servent de base à l'établissement de ces conditions:

- l'alimentation assignée (voir 9.1);
- l'impédance assignée (voir 10.2);
- l'efficacité assignée (voir 11.3.1).

Les données ci-dessus doivent être prises dans les spécifications du constructeur afin d'obtenir des conditions correctes de mesure.

Le terme «assigné» appliqué aux autres caractéristiques se rapporte à la spécification ou à la mesure de caractéristiques particulières effectuée dans les conditions assignées ou dans des conditions qui s'y rattachent sans ambiguïté. Ces dispositions s'appliquent, par exemple, aux deux caractéristiques suivantes:

- la tension assignée de sortie;
- le niveau assigné de pression acoustique équivalente au bruit propre.

Dans la présente norme, les méthodes de mesure portent sur l'impédance électrique, l'efficacité, le diagramme de directivité, la dynamique et les influences extérieures. Dans le cas où d'autres méthodes sont données, la méthode choisie doit être spécifiée.

4.2.2 Conditions assignées

Un microphone est considéré comme fonctionnant dans les conditions assignées lorsque les conditions suivantes sont remplies:

- le microphone est raccordé à la charge résistive spécifiée en 5.4 ou conformément aux spécifications du fabricant;
- si le microphone nécessite une alimentation, celle-ci est la source d'alimentation assignée;
- le microphone (à l'exception des microphones paraphoniques ou de champ proche) est placé dans un champ acoustique satisfaisant aux conditions de champ libre décrites en 5.5.2, les ondes ayant une incidence de zéro degré par rapport à la direction de référence;
- la pression acoustique non perturbée (en l'absence de microphone) dans le champ acoustique au point de référence du microphone est sinusoïdale et réglée à un niveau de 1 Pa (94 dB SPL);
- pour les microphones paraphoniques, le microphone est placé à une distance spécifiée, non supérieure à 25 mm de la bouche artificielle satisfaisant à l'UIT-T P.51, et la pression acoustique non perturbée dans le champ acoustique au point de référence du microphone est sinusoïdale et réglée à un niveau de 3 Pa (104 dB SPL);
- pour les microphones de champ proche, le microphone est placé à 30 cm de la bouche artificielle satisfaisant à l'UIT-T P.51, et la pression acoustique non perturbée dans le champ acoustique au point de référence du microphone est sinusoïdale et réglée à un niveau de 1 Pa (94 dB SPL);
- si un microphone spécial nécessite un niveau de mesure différent, celui-ci doit être spécifié dans les données techniques, conjointement avec la raison le motivant. Des niveaux rapportés au niveau de référence normal de 94 dB, par multiples de 10 dB, sont à privilégier;
- les réglages éventuels sont dans la position recommandée par le constructeur;
- en l'absence d'une raison explicite du contraire, la fréquence de mesure est de 1 000 Hz (voir l'IEC 60268-1);
- la pression ambiante, l'humidité relative et la température ambiante se situent dans les limites fixées par l'IEC 60268-1, et doivent être spécifiées.

Les mesures peuvent être faites à une pression acoustique de 0,3 Pa, si cela est nécessaire du fait des limitations de performance du haut-parleur ou d'un autre élément de mesure, et uniquement si une quelconque modification de performance entre les niveaux utilisés et le niveau de référence est connue avec l'exactitude nécessaire pour les caractéristiques correspondantes.

5 Conditions particulières

5.1 Préconditionnement

Un microphone comprenant un préamplificateur doit être mis sous tension pendant la durée spécifiée par le constructeur avant de faire les mesures, afin de permettre aux composants d'atteindre la température stabilisée prévue pour les conditions assignées. Si le constructeur ne spécifie aucune durée, une période de 10 s doit alors être prévue pour la stabilisation. Si le microphone contient un tube à vide ou tout autre dispositif nécessitant un chauffage, la période de stabilisation doit être de 10 min.

5.2 Source sonore

La source sonore doit être en mesure de produire, à l'emplacement du microphone, un niveau de pression acoustique tel qu'il est défini dans les conditions assignées. La non-linéarité d'amplitude de la source sonore doit être maintenue à une valeur telle que son influence sur la réponse mesurée ne dépasse pas 0,5 dB. Si les conditions de mesure excluent la possibilité de maintenir une distorsion suffisamment faible, on peut utiliser un filtre à bande étroite à la sortie du microphone, ce qui permet de mesurer la réponse pour la fréquence fondamentale.

Pour l'étalonnage en champ libre et l'étalonnage des microphones de champ proche, la source sonore doit être contenue dans une enceinte rayonnant le son à partir d'une ouverture unique bien définie, et celle-ci doit être radialement symétrique par rapport à l'axe de la direction de référence du microphone.

5.3 Mesure de la pression acoustique

Un microphone étalon de référence sensible à la pression doit être utilisé pour mesurer la pression acoustique. Le microphone de référence doit être étalonné avec une précision de ± 1 dB, ou mieux.

5.4 Système de mesure de la tension

La tension engendrée par le microphone, lorsqu'il est placé dans un champ acoustique, doit être déterminée en utilisant un voltmètre dont la résistance d'entrée est cinq fois plus grande que l'impédance assignée du microphone, sauf indication contraire du fabricant. Si un appareil externe, comme une alimentation, applique une impédance en parallèle avec le microphone, son impédance doit être prise en compte.

NOTE Les microphones ayant une impédance assignée de 200 Ω ont souvent une impédance interne réelle de l'ordre de 50 Ω et fonctionnent mieux avec une impédance de charge minimale d'environ 1 000 Ω .

5.5 Ambiance acoustique

5.5.1 Généralités

Le microphone peut être mesuré dans différentes ambiances acoustiques:

- a) en champ libre ou similaire, avec des effets de frontière négligeables, par exemple en utilisant des signaux particuliers générés par ordinateur pour piloter la source sonore:
 - soit en ondes sphériques,
 - soit en ondes planes,

- soit en ondes produites par une source sonore spécifique (bouche artificielle ou tête artificielle);
- b) en champ diffus;
- c) couplé à une source sonore par l'intermédiaire d'une cavité de faible volume (coupleur).

5.5.2 Conditions de champ libre

5.5.2.1 Généralités

Une onde sonore en champ libre est normalement de type divergent. Dans certaines conditions, on peut l'assimiler approximativement à une onde plane idéale. Les conditions de champ libre peuvent être réalisées:

- soit en plein air, si le bruit ambiant et le vent le permettent,
- soit en chambre anéchoïque,
- soit dans un conduit.

Une source sonore de faibles dimensions par rapport à la longueur d'onde engendre une onde sphérique dans les conditions d'environnement décrites ci-dessus. Une onde sphérique peut être assimilée approximativement à une onde plane dans une zone de mesure située à une distance suffisamment éloignée de la source. Alors que les ondes sphériques peuvent convenir pour mesurer les microphones à pression, il est nécessaire d'utiliser des ondes planes presque parfaites pour mesurer les caractéristiques des microphones à gradient de pression dans la gamme des fréquences basses.

Pour les microphones sensibles à la fois à la pression et au gradient de pression et ayant une réponse en fréquence suffisamment plate dans un champ acoustique libre en ondes planes (c'est-à-dire à une distance suffisante de la source), la réponse en fonction de la fréquence f de la distance r au centre des ondes sphériques et de l'angle d'incidence θ des ondes par rapport au microphone peut être représentée par la formule complexe suivante:

$$(1 - B) + B \left(1 + \frac{1}{jkr} \right) \cos \theta$$

où

$1 - B$ est la contribution de la composante de pression;

B est la contribution de la composante à gradient de pression;

$k = 2\pi/\lambda$ ou $2\pi/f/v$;

$B = 0$ pour le type omnidirectionnel à pression;

$B = 0,5$ pour le type cardioïde;

$B = 1$ pour le type bidirectionnel à gradient de pression.

Aux fréquences basses, il devient difficile de réaliser les conditions d'ondes planes dans une chambre anéchoïque. Une onde plane, dans la gamme des fréquences basses, inférieures à la fréquence de coupure de la chambre anéchoïque, peut toutefois être mieux réalisée dans d'autres conditions.

On estime les conditions de champ libre suffisamment satisfaites dans la région avoisinante du microphone, si les conditions suivantes sont réalisées:

- à une distance inférieure à 200 mm en face, derrière, à droite, à gauche, au-dessus et en dessous de l'emplacement du microphone, on mesure la pression acoustique pour chaque fréquence utile à l'aide d'un transducteur à pression;
- l'axe du transducteur doit être dirigé vers le point de référence du haut-parleur (voir l'IEC 60268-5);

- les niveaux de pression acoustique sur l'axe correspondant à différentes distances du haut-parleur ne doivent pas différer de plus de 0,5 dB par rapport aux niveaux calculés dans le champ acoustique idéal;
- les valeurs correspondant à une distance approximativement constante de la source sonore, à droite, à gauche, au-dessus et en dessous, ne doivent pas différer de plus de 1 dB par rapport au niveau du point de référence du microphone.

5.5.2.2 Ondes sphériques

La pression acoustique rayonnée en champ libre à partir d'une source sonore omnidirectionnelle varie en raison inverse de la distance à partir du centre acoustique de la source.

La tension de sortie du microphone varie en raison inverse de la distance du centre acoustique de la source au point de référence du microphone lorsque les dimensions de ces deux appareils sont petites par rapport à la longueur d'onde, ce qui permet de calculer les valeurs à la distance de référence à partir des résultats obtenus à une distance r .

Lorsque, soit la circonférence de la surface rayonnante de la source, soit la circonférence de la principale entrée acoustique du microphone dépasse la longueur d'onde, ce calcul n'est valable que si la distance de mesure est conforme aux relations suivantes:

$$r \geq d$$

$$r \geq d^2/\lambda$$

où

r est la distance entre la source et le point de mesure;

d est le diamètre effectif de la source sonore;

λ est la longueur d'onde sonore.

Il est recommandé, pour la distance entre la source et le point de mesure, de dépasser trois fois la plus grande dimension de la surface rayonnante de la source.

5.5.2.3 Ondes progressives planes

On peut obtenir une onde progressive plane soit dans un conduit, soit en champ libre.

a) Dans un conduit

Pour concevoir un conduit capable de donner des résultats utiles, de nombreux problèmes sont à résoudre, comme la réalisation de l'impédance terminale, la manière d'éviter les ondes transversales, la forme du front d'onde initial et les dimensions relatives du conduit et du microphone.

b) En champ libre

Une onde sphérique peut être considérée comme progressive plane avec une approximation suffisante, en se plaçant à une distance du centre de courbure de l'onde au moins égale à la demi-longueur d'onde correspondant à la fréquence de mesure la plus basse.

Pour les mesures des microphones de type « canon » et des microphones à pression de zone, il est difficile de déterminer la plus petite distance autorisée. À ce jour il n'est pas possible de donner de règles exactes. En conséquence, pour ces cas-là, la distance de mesure utilisée doit toujours être précisée.

5.5.2.4 Utilisation d'une bouche artificielle

Afin que les conditions de l'essai soient similaires à celles d'une utilisation réelle, il peut s'avérer nécessaire d'introduire un obstacle ayant la forme d'une tête humaine, tel qu'un simulateur de tête et de torse, lorsqu'on mesure des microphones paraphoniques et de champ proche à l'aide d'une bouche artificielle (voir 4.2.2). Si les mesures sont effectuées dans ces conditions, c'est-à-dire autrement qu'avec la bouche artificielle dans des conditions approximativement anéchoïques, les détails de la mesure doivent être fournis.

5.5.3 Conditions de champ diffus

Certaines mesures peuvent être effectuées dans un champ diffus, dans lequel les ondes acoustiques se propagent avec des incidences aléatoires. On doit alors utiliser comme signal des bandes de bruit d'un tiers d'octave de largeur ou des bandes larges associées à un filtrage convenable.

Un champ acoustique diffus peut être approximativement réalisé dans une chambre réverbérante, caractérisée par un temps de réverbération suffisamment élevé, à une distance suffisamment éloignée de la source et des parois, et au-dessus d'une fréquence limite (voir également l'ISO 354).

Le temps de réverbération T de la chambre vide est spécifié au Tableau 1.

Tableau 1 – Temps de réverbération de la chambre vide

$T >$	5 s	5 s	5 s	4,5 s	3,5 s	2 s
À	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz

On peut utiliser l'expression suivante pour la détermination de la fréquence limite inférieure:

$$f \geq \frac{500}{V^{1/3}}$$

où

V est le volume de la chambre, exprimé en mètres cubes;

f est la fréquence, en hertz.

On doit choisir la zone de mesure à une distance de la source telle que le son direct émanant de la source soit considéré comme négligeable.

Lorsqu'on utilise une source omnidirectionnelle, la distance minimale r (en mètres) de la source au point de mesure est donnée par l'expression:

$$r \geq 0,06(V/T)^{1/2}$$

où

V est le volume de la chambre, exprimé en mètres cubes;

T est la durée de réverbération de Sabine à la fréquence f .

NOTE Des sources de bruit multiples non corrélées sont utilisées avec succès pour produire des champs acoustiques diffus stationnaires dans des conditions de non-réverbération.

5.5.4 Microphone couplé à une source sonore à l'aide d'un coupleur à cavité de faible volume

Pour déterminer l'efficacité en pression d'un microphone, on utilise une cavité rigide, couplant la source sonore au microphone. Cette méthode est utile pour obtenir l'efficacité en pression d'un microphone par comparaison avec celle d'un microphone de référence étalonné. Afin de maintenir une pression acoustique suffisamment uniforme à l'intérieur de la cavité, cette méthode ne doit être utilisée que dans les limites de la gamme de fréquences où les dimensions linéaires de la cavité sont inférieures à un dixième de la longueur d'onde. Aux fréquences basses, on doit prendre des précautions pour éliminer les fuites d'air.

5.6 Méthodes de mesurage de la réponse en fréquence

5.6.1 Méthodes point par point et par balayage continu de fréquence

Les courbes de réponse peuvent être obtenues soit point par point, soit en utilisant une méthode de balayage lent et continu des fréquences, soit automatiquement.

a) Méthode point par point

On doit faire très attention à ce que tous les accidents caractéristiques de la courbe de réponse soient explorés. Il convient d'indiquer clairement les points de mesure sur le graphique.

b) Méthode par balayage continu des fréquences

On doit balayer la gamme de fréquences suffisamment lentement pour s'assurer que la courbe résultante ne s'écarte pas des valeurs que l'on obtiendrait en régime permanent. La réponse indiquée ne doit pas varier pas de plus de ± 1 dB si l'on arrête le balayage à n'importe quel moment.

L'appareillage complémentaire suivant peut être utilisé:

- un dispositif automatique capable de maintenir constant le niveau de pression acoustique voulu dans la gamme de fréquences considérée;
- un enregistreur automatique de niveau comme indicateur de sortie.

c) Signaux spéciaux générés par ordinateur et procédures informatisées

Des algorithmes informatiques sont disponibles pour produire des signaux et pour évaluer les réponses temporelles et fréquentielles. Certains d'entre eux ne sont que des procédures numériques remplaçant leurs ancêtres analogiques, tels que la transformée de Fourier rapide (FFT) pour l'analyse spectrale. D'autres algorithmes fournissent de nouveaux types de signaux d'essai et de réponses. La plupart d'entre eux sont applicables, si l'utilisateur tient compte de leurs limitations inhérentes et de leurs exigences. Dans les cas où des procédures existantes spécifiées sont remplacées par des nouvelles pour l'évaluation de la même caractéristique, l'utilisateur doit s'assurer que le résultat est au moins aussi précis qu'avec les anciennes procédures. Bien que de nouvelles techniques de normalisation soient étudiées, les considérations de base du contexte et leur rapport avec les propriétés connues ayant été déterminées, toute nouvelle technique peut être utilisée pour la mesure de la réponse en fréquence, si elle produit le même résultat que les méthodes point par point ou par balayage continu de fréquence.

5.6.2 Méthode d'étalonnage

Indépendamment du choix de la méthode point par point ou automatique, il y a deux façons d'effectuer l'étalonnage.

a) Méthode par substitution

Méthode de mesure de la réponse d'un microphone selon laquelle le microphone à mesurer et le microphone étalon utilisé pour mesurer la pression acoustique sont placés alternativement aux mêmes points de mesure dans le champ acoustique. Cette méthode conduit à la meilleure précision.

b) Méthode par comparaison simultanée

Autre méthode de mesure de la réponse d'un microphone, utilisée quelquefois pour des raisons de commodité pratique, selon laquelle le microphone à mesurer et le microphone étalon utilisé pour mesurer la pression acoustique sont placés simultanément en deux points différents voisins. On doit faire attention à ce que l'un des microphones ne soit pas situé en un point plus favorable du champ acoustique que l'autre. Les points choisis doivent être tels que les résultats d'une mesure de réponse effectuée avec la méthode par comparaison concordent à moins de ± 1 dB avec les résultats correspondants obtenus avec la méthode de substitution. La méthode par comparaison simultanée ne peut être utilisée qu'après avoir vérifié que cette exigence est satisfaite. Le respect de cette exigence peut être supposé lorsque

- les pressions acoustiques mesurées à l'aide d'un microphone étalonné, aux deux emplacements du champ acoustique libre, ne diffèrent pas entre elles de plus de ± 1 dB,
- la distance entre les microphones est suffisamment grande pour que la pression acoustique existante à chacun des emplacements des deux microphones soit modifiée de moins de ± 1 dB par la présence de l'autre microphone à l'autre emplacement.

5.7 Précision globale

Une précision globale de ± 2 dB ou meilleure doit être obtenue pour la mesure de tous les types de microphones.

5.8 Présentation graphique des résultats

Il convient que la présentation graphique des résultats de mesure soit conforme aux dispositions de l'IEC 60268-1.

6 Nature du microphone (comportement acoustique)**6.1 Principe du transducteur**

Le constructeur doit spécifier le principe du transducteur, par exemple, microphone électrostatique (à condensateur), microphone électrodynamique, microphone électromagnétique ou microphone piézoélectrique.

6.2 Type de microphone

Le constructeur doit spécifier le type de microphone, par exemple microphone à pression, microphone à gradient de pression (avec réseau déphaseur acoustique, s'il en existe), microphone combiné, à pression et à gradient de pression, microphone sensible à la vitesse.

6.3 Type de courbe de directivité

Le constructeur doit spécifier la caractéristique de directivité, par exemple, omnidirectionnelle, unidirectionnelle, bidirectionnelle, (sphère, cardioïde, supercardioïde, hypercardioïde, hémisphère ou demi-cardioïde de révolution, etc.).

6.4 Profil d'application

Le fabricant doit spécifier le profil d'application du microphone prévu pour indiquer l'utilisation principale à laquelle il est destiné, par exemple en champ libre, en champ proche ou paraphonique.

- Les microphones en champ libre sont destinés à être utilisés et sont mesurés dans les conditions correspondant approximativement à celles d'une onde progressive plane.
- Les microphones de champ proche sont généralement tenus par l'utilisateur et sont mesurés en utilisant comme source sonore une bouche artificielle à une distance de 30 cm.

- Les microphones paraphoniques sont utilisés à de très courtes distances et sont mesurés en utilisant comme source sonore une bouche artificielle à une distance de 25 mm.

D'autres profils d'application peuvent être utilisés pour la mesure et comme base des spécifications si les détails sont fournis.

7 Bornes et dispositifs de réglage

7.1 Repérage

Les recommandations concernant le repérage des bornes et des dispositifs de réglage sont données à l'Article 5 de l'IEC 60268-1:1985 et en 9.4.6 et 9.5.5 de l'IEC 61938:2013, avec l'exigence supplémentaire suivante, si le microphone satisfait aux exigences de l'Article 9 de l'IEC 61938:2013.

La polarité doit être indiquée par un repère, de préférence un point de couleur, ou un numéro de broche indiqué dans le manuel d'utilisation, correspondant à la borne de sortie pour laquelle un mouvement de la membrane (ou son équivalent) vers l'intérieur du microphone, c'est-à-dire un accroissement instantané de la pression acoustique, produit une tension instantanée positive. Le marquage relatif à la sécurité doit être conforme à l'IEC 60065 ou aux autres normes de sécurité appropriées.

Le repérage de la polarité est recommandé si le microphone se conforme aux exigences de l'IEC 61938. Si la polarité n'est pas conforme à l'IEC 61938, celle-ci doit être marquée sur le microphone.

7.2 Connecteurs et valeurs électriques d'interconnexion

Les connecteurs et les câbles doivent être conformes à l'IEC 60268-11 ou à l'IEC 60268-12. Les valeurs aux interfaces (tensions et impédances) doivent être conformes à l'IEC 61938.

8 Point et axe de référence

8.1 Point de référence

En l'absence d'une indication contraire clairement justifiée, le point de référence doit être le centre de l'entrée acoustique principale. Sinon, il doit être précisé.

Afin de permettre une spécification sans ambiguïté du point de référence, de l'axe de référence et de la polarité, il convient que le constructeur désigne l'entrée acoustique principale, même pour un microphone bidirectionnel.

8.2 Axe de référence

L'axe de référence est une droite passant par le point de référence et indiquant la direction recommandée d'incidence acoustique spécifiée par le constructeur. Le microphone doit être conçu de manière que cette direction soit évidente pour l'utilisateur.

De préférence, il convient que l'axe de référence d'un microphone soit perpendiculaire au plan de l'entrée acoustique principale du microphone et qu'il passe par le centre de cette entrée.

9 Alimentation assignée

9.1 Caractéristiques à spécifier

Les renseignements suivants doivent être spécifiés par le constructeur pour chaque accès d'interface du microphone à connecter au dispositif d'alimentation et pour chaque position du dispositif éventuel d'adaptation de l'alimentation:

- type d'alimentation (fantôme, A-B, etc.; voir l'IEC 61938);
- tension d'alimentation et ses limites supérieure et inférieure;
- courant apparent prélevé de la source d'alimentation, exprimé en ampères;
- caractéristique tension-courant pour les microphones multitensions.

9.2 Méthode de mesure

Pour effectuer les mesures, procéder de la manière qui suit.

- a) Le microphone fonctionne dans les conditions assignées.
- b) Le courant prélevé à la source d'alimentation est mesuré en ampères.

10 Impédance électrique

10.1 Impédance interne

10.1.1 Caractéristique à spécifier

Module de l'impédance interne du microphone, mesuré entre les bornes de sortie.

Si l'impédance peut être représentée d'une manière satisfaisante par un réseau simple, on peut alors mentionner les valeurs des paramètres du réseau. Si cela n'est pas possible, il convient alors de spécifier l'impédance en fonction de la fréquence.

10.1.2 Méthodes de mesure

L'impédance interne peut être mesurée soit par la méthode de comparaison, soit en appliquant une pression acoustique et en mesurant la tension de sortie pour différentes conditions de charge. Les deux méthodes sont décrites ci-après.

a) Méthode 1

L'impédance peut être mesurée à l'aide d'un pont de mesure. Une autre méthode consiste à comparer l'impédance du microphone à une impédance connue. Dans ce dernier cas, un courant constant délivré par une source à haute impédance traverse le microphone et on mesure la tension apparaissant à ses bornes.

Le microphone est ensuite remplacé par une résistance connue et la procédure est répétée. La comparaison des deux valeurs donne directement le module de l'impédance cherchée.

La tension appliquée aux bornes du microphone ne doit pas dépasser la tension de sortie délivrée par le microphone lorsque celui-ci est soumis au niveau de pression acoustique limite de surcharge.

NOTE Bien que l'on suppose souvent que l'impédance interne des microphones soit résistive et que l'impédance de charge soit résistive, dans de nombreux cas l'impédance interne est complexe, par exemple lorsqu'il y a un condensateur de couplage en sortie, et l'impédance d'entrée est également complexe, par exemple lorsqu'il y a un transformateur. La combinaison de ces impédances peut donner lieu à une résonance dans la bande audio et à une exagération des effets négatifs, par exemple un bruit de vent.

b) Méthode 2

L'impédance interne peut être calculée également à partir des tensions de sortie obtenues pour trois conditions de charge différentes. D'une manière générale, ce procédé nécessite un appareil de mesure très précis.

Si l'impédance interne correspond approximativement à une résistance pure, on peut appliquer le procédé simple suivant pour obtenir des résultats approximatifs qui sont suffisamment précis dans la pratique courante:

- le microphone fonctionne dans les conditions assignées;
- on applique une pression acoustique au microphone et on calcule l'impédance à partir de la tension de sortie obtenue pour différentes charges. Par exemple, l'impédance Z peut être calculée à partir de la tension de sortie en circuit ouvert U'_2 et de la tension de sortie U_2 obtenue aux bornes de l'impédance de charge R_2 , en utilisant la formule:

$$Z = \frac{U'_2 - U_2}{U_2} R_2$$

10.2 Impédance assignée

L'impédance assignée doit être spécifiée par le fabricant. Les microphones sont généralement conçus pour être raccordés à une impédance de charge beaucoup plus grande que l'impédance assignée (voir 5.4 de la présente norme et 9.1 de l'IEC 61938) et il convient de ne pas les utiliser avec des charges inférieures à l'impédance de charge minimale admise.

NOTE Les recommandations de l'IEC 61938 sont fondées sur l'hypothèse, que dans la plupart des cas, une valeur de 5 fois l'impédance assignée est appropriée. Cette charge entraîne un niveau de tension de sortie inférieur de 1,6 dB par rapport à la tension à vide.

10.3 Impédance assignée de charge autorisée minimale

L'impédance assignée de charge autorisée minimale est l'impédance minimale, spécifiée par le constructeur, par laquelle le microphone peut être chargé.

NOTE L'impédance minimale de charge autorisée est un compromis conduisant à un effet négligeable sur les performances.

11 Efficacité

11.1 Généralités

L'efficacité est le rapport de la tension de sortie du microphone à la pression acoustique à laquelle il est soumis.

L'efficacité M s'exprime en volts par Pascal. Si le microphone n'est pas chargé par une résistance égale à cinq fois l'impédance assignée, ceci doit être mentionné avec les résultats.

NOTE Normalement le rapport donne une valeur complexe, mais on ne considère habituellement que les amplitudes (avec un signal sinusoïdal).

Le niveau d'efficacité L_M est le rapport, exprimé en décibels, de l'efficacité M à l'efficacité de référence M_r .

$$L_M = 20 \lg \frac{M}{M_r}$$

L'efficacité de référence est $M_r = 1 \text{ V/Pa}$. Les types d'efficacité suivants peuvent être spécifiés:

- efficacité en champ libre (voir 11.2.1) relative à la pression acoustique en champ libre non perturbé (en l'absence de microphone);
- efficacité en champ diffus (voir 11.2.2) relative à la pression acoustique du champ diffus non perturbé;

- efficacité paraphonique et en champ proche (voir 11.2.3) relative à la pression acoustique du champ non perturbé existant à une faible distance spécifiée de la bouche humaine ou artificielle.
- efficacité en pression (voir 11.2.4) relative à la pression acoustique réelle à l'entrée acoustique principale du microphone;

Ces types d'efficacité peuvent être donnés, selon le cas, soit pour une fréquence spécifiée, dans une bande de fréquences spécifiée, pour des bandes d'octave ou de tiers d'octave, soit pour des signaux complexes. Dans ce dernier cas, les caractéristiques du signal et du dispositif de mesure doivent être spécifiées. Il convient que les définitions et les valeurs pour exprimer l'efficacité des microphones correspondent à leurs conditions d'utilisation.

11.2 Efficacités en fonction de l'ambiance acoustique

11.2.1 Efficacité en champ libre

11.2.1.1 Caractéristique à spécifier

Rapport de la tension de sortie à la pression acoustique en champ libre non perturbé, pour une fréquence spécifiée, ou dans une bande de fréquences spécifiée et pour une incidence acoustique spécifiée par rapport à l'axe de référence.

Sauf spécification contraire, il convient que le champ libre non perturbé soit une onde progressive plane dont le front d'onde est perpendiculaire à l'axe de référence du microphone.

11.2.1.2 Méthode de mesure

Les conditions de mesure sont précisées aux Articles 4 et 5. Le microphone étalon utilisé pour mesurer la pression acoustique doit avoir été étalonné en champ libre. Il est important de s'assurer que l'orientation du microphone étalon est conforme à celle utilisée lors de son étalonnage.

Pour les microphones omnidirectionnels (uniquement du type à pression), l'efficacité en champ libre pour une onde plane et celle pour une onde sphérique ne diffèrent pas l'une de l'autre et sont égales à l'efficacité en pression, tant qu'on peut négliger les effets de diffraction. C'est le cas lorsque les dimensions latérales du microphone sont faibles par rapport à la longueur d'onde. Par conséquent aux fréquences basses, une onde sphérique est suffisante pour mesurer l'efficacité en ondes planes d'un microphone omnidirectionnel (uniquement du type à pression). Pour les fréquences très basses, l'efficacité en champ libre et l'efficacité en pression peuvent être différentes à cause de l'orifice d'égalisation en pression. Pour la gamme des fréquences les plus élevées, il convient que le microphone soit mesuré dans le champ acoustique correspondant. Si l'on utilise comme source sonore un haut-parleur en forme de cône dont le diamètre ne dépasse pas 0,3 m, il faut adopter une distance d'au moins 1 m pour l'étalonnage en champ libre des microphones omnidirectionnels (uniquement du type à pression) dans la gamme des fréquences acoustiques.

11.2.2 Efficacité en champ diffus

11.2.2.1 Caractéristique à spécifier

Rapport de la tension de sortie à la pression acoustique en champ diffus non perturbé pour une fréquence spécifiée ou dans une bande de fréquences spécifiée. L'efficacité en champ diffus est définie comme la moyenne quadratique des efficacités en champ libre pour toutes les directions de l'onde incidente. Le niveau d'efficacité en champ diffus est égal au niveau d'efficacité en champ libre en ondes planes (voir 11.2.1) diminué de l'indice de directivité (voir 13.2).

NOTE Le champ diffus est caractérisé par le fait que les ondes acoustiques avec des phases aléatoires sont réparties au hasard dans toutes les directions (incidence aléatoire).

Au lieu de l'efficacité en champ diffus, le constructeur peut donner l'efficacité en champ libre pour une onde plane, ainsi que l'indice de directivité pour la même fréquence ou dans la même bande de fréquences.

11.2.2.2 Méthodes de mesure

On peut obtenir l'efficacité en champ diffus de deux manières différentes:

- a) L'efficacité en champ diffus pour une fréquence donnée peut être calculée à partir de l'efficacité en champ libre (voir 11.2.1) et du diagramme directionnel (voir 13.1) du microphone pour une onde progressive plane.

Si le diagramme directionnel présente une symétrie de révolution, la relation entre l'efficacité en champ diffus et l'efficacité pour d'autres incidences θ est donnée par:

$$M_{\text{diff}}^2 = \frac{1}{2} \int_0^\pi M^2(\theta) \sin \theta \, d\theta$$

NOTE Les algorithmes modernes permettent de calculer facilement l'intégrale avec toute la précision désirée, permettant ainsi de remplacer les propositions antérieures, consistant à effectuer le calcul par pas fixes de 30°.

- b) L'efficacité en champ diffus pour une bande de fréquences peut être mesurée dans une salle réverbérante, si les conditions stipulées aux Articles 4 et 5 sont remplies. Il convient d'utiliser de préférence une source sonore omnidirectionnelle. Le microphone étalon utilisé pour mesurer la pression acoustique doit avoir été étalonné en champ diffus.

11.2.3 Diaphonie ou efficacité en champ proche

11.2.3.1 Caractéristique à spécifier

Rapport de la tension de sortie à la pression acoustique pour une fréquence spécifiée ou dans une bande de fréquences spécifiée, cette pression acoustique étant relative à un champ acoustique non perturbé produit par une source spécifiée. Cette source doit simuler la tête et la bouche humaines (bouche artificielle) et le point de référence du microphone doit être placé à une distance spécifiée du point de référence de la source, l'axe de référence du microphone étant orienté dans une direction spécifiée par rapport à l'axe de référence de la source.

11.2.3.2 Méthode de mesure

On utilise une bouche artificielle comme une source sonore (voir 4.2.2). Sauf mention contraire, la distance entre le point de référence de la source et le point de référence du microphone doit être de 25 mm pour les microphones paraphoniques et de 30 cm pour les microphones de champ proche. L'axe de référence du microphone doit coïncider avec l'axe de référence de la source sonore. Si l'on utilise une distance et/ou une orientation différente, ceci doit être mentionné avec la mesure.

Le microphone étalon utilisé pour mesurer la pression acoustique doit être étalonné à la même distance que celle utilisée dans la mesure. L'orientation du microphone étalon doit être conforme à celle utilisée au laboratoire d'étalonnage, et ceci est important. Sauf spécification contraire, le diamètre de l'ouverture de la bouche doit être de 20 mm.

11.2.4 Efficacité en pression

11.2.4.1 Caractéristique à spécifier

Rapport de la tension de sortie à la pression acoustique existant réellement à l'entrée acoustique du microphone, pour une fréquence spécifiée ou dans une bande de fréquences spécifiée. Cette définition n'est valable que pour les microphones ayant une seule entrée acoustique.

Il convient que l'amplitude et la phase de la pression acoustique soient maintenues constantes en tous les points de l'entrée acoustique.

11.2.4.2 Méthode de mesure

L'efficacité en pression peut être mesurée dans une petite cavité (coupleur, calibre acoustique). Ce calibre produit une pression acoustique à l'aide d'un piston oscillant. Pour le calcul exact de la pression acoustique, le volume équivalent du microphone doit être ajouté au volume du coupleur. La limite supérieure de fréquence avec cet étalonnage est déterminée par les dimensions de la cavité. L'efficacité en pression peut être obtenue à partir de la tension de sortie du microphone et de la pression acoustique connue dans la chambre.

On peut mesurer les microphones à condensateur omnidirectionnels en excitant la membrane avec un actionneur électrostatique adapté au microphone en essai. La grille de l'actionneur est portée à un potentiel continu auquel on superpose la tension audio d'essai. Sans la tension continue, le signal de sortie du microphone est au double de la fréquence d'excitation. La méthode de l'actionneur électrostatique ne peut être utilisée que lorsque les résultats sont différents d'un coupleur ou de conditions en champ libre à moins de ± 1 dB. Ceci nécessite généralement l'utilisation d'une courbe de correction.

11.3 Efficacités en fonction de la nature du signal

Efficacités en champ libre, en champ diffus, paraphonique, en pression, spécifiées par le constructeur. L'efficacité assignée correspond à la réponse à la fréquence de référence normalisée de 1 000 Hz. Si la réponse en fréquence n'est pas plate, il est recommandé de faire correspondre l'efficacité assignée à la moyenne arithmétique des valeurs prises sur une octave de la courbe de réponse, tracée en coordonnées logarithmiques, centrée sur la fréquence de référence de 1 000 Hz.

Sauf spécification contraire, le terme «efficacité assignée» est compris comme se référant à des conditions d'utilisation du microphone en circuit ouvert. Le constructeur peut spécifier une efficacité assignée correspondant à une impédance de charge spécifiée (voir 5.4 et 11.1).

12 Réponse

12.1 Réponse en fréquence

12.1.1 Caractéristique à spécifier

Pour des conditions spécifiées, rapport, exprimé en décibels, entre la tension de sortie en fonction de la fréquence et la tension de sortie à une fréquence spécifiée (ou la tension de sortie moyenne dans une bande de fréquences étroite), pour une pression acoustique de forme sinusoïdale et d'amplitude constante, et pour un angle d'incidence donné.

Sauf indication contraire, les mesures doivent être faites dans des conditions en champ libre et la réponse en fréquence se réfère à une onde progressive plane dont le front d'onde est perpendiculaire à l'axe de référence du microphone. Il est fortement recommandé de donner la réponse en champ libre pour permettre l'évaluation de la réponse à des sources sonores distantes, même si l'utilisation prévue est plus proche que ce que cela impliquerait. Si les conditions en champ libre s'appliquent, mais si le champ acoustique n'est pas une onde progressive plane, suffisamment de renseignements supplémentaires doivent être spécifiés.

Si le microphone est destiné à des profils d'application en champ proche ou paraphoniques (voir 6.4), la réponse en fréquence paraphonique ou en champ proche doit être spécifiée. Elle doit se référer à la même source et à la même configuration géométrique de la source et du microphone que celles relatives à la spécification de l'efficacité paraphonique ou en champ proche (voir 11.2.3).

Toute autre caractéristique de réponse en fréquence spécifiée dans la présente norme peut également être donnée, comme la réponse en pression acoustique ou la réponse en champ diffus. Des réponses en fréquence non spécifiées dans la présente norme peuvent également être données pour un environnement acoustique spécifié en 5.5, à condition que cela n'entraîne aucune confusion.

Les spécifications techniques données par le constructeur doivent inclure la réponse en fréquence sur la gamme utile de fréquences (12.2) avec une tolérance garantie par celui-ci, soit en tant que valeur numérique, soit en tant que graphiques superposés à la courbe de réponse.

12.1.2 Méthode de mesure

Les conditions pour obtenir les courbes de réponse en fréquence sont stipulées aux Articles 4 et 5.

12.1.3 Présentation graphique des résultats

Il convient que la présentation graphique des résultats de mesures soit conforme à l'Article 10 de l'IEC 60268-1:1985.

12.2 Gamme utile de fréquences

12.2.1 Caractéristique à spécifier

Gamme de fréquences sur laquelle la réponse du microphone ne s'écarte pas de plus d'une certaine quantité spécifiée par rapport à une réponse «idéale» pour l'application concernée.

NOTE La réponse considérée comme «idéale» par le constructeur peut ne pas être constante en fonction de la fréquence. A partir de considérations artistiques, cela peut même se produire pour des microphones de très haute qualité. Pour les microphones destinés à la parole, la réponse «idéale» peut être choisie pour obtenir l'intelligibilité maximale.

12.2.2 Méthode de mesure

Pour des écarts spécifiés par rapport à la courbe de réponse en fréquence spécifiée, la gamme utile de fréquences est obtenue à partir de la courbe dont il est fait référence en 12.1.1.

13 Caractéristiques directionnelles

13.1 Diagramme directionnel

13.1.1 Caractéristique à spécifier

Courbe représentant les variations de l'efficacité en champ libre du microphone, en fonction de l'angle d'incidence de l'onde sonore, pour une fréquence ou pour une bande étroite de fréquences spécifiée.

Le diagramme directionnel caractéristique pour des ondes planes progressives doit être indiqué. D'autres conditions de mesures telles que des ondes sonores sphériques peuvent également être utilisées en supplément, lorsque des détails suffisants sont spécifiés. Les diagrammes directionnels doivent être fournis pour un nombre suffisamment grand de fréquences ou de bandes de fréquences de façon à représenter convenablement l'influence de la fréquence sur le diagramme directionnel. Les bandes de fréquences doivent être les bandes préférentielles d'octave ou de tiers d'octave spécifiées par l'IEC 61260-1.

NOTE Il est souvent utile de spécifier, en plus, le rapport existant en décibels entre la réponse pour certains angles spécifiés et la réponse sur l'axe.

13.1.2 Méthodes de mesure

Les conditions de mesure sont précisées aux Articles 4 et 5. Le microphone doit être placé dans une onde progressive essentiellement plane (voir 5.5.2). Des précautions doivent être prises lorsqu'on mesure les caractéristiques directionnelles d'un microphone fortement directionnel en chambre anéchoïque. Les réflexions inévitables sur les parois de la salle peuvent influencer les résultats, tout particulièrement lorsque la tension de sortie du microphone est mesurée pour un angle d'incidence acoustique pour lequel l'efficacité est faible. Afin d'obtenir des résultats corrects pour les microphones de grandes dimensions, il peut être nécessaire d'effectuer les mesures en plein air (voir 5.5.2).

La mesure peut être effectuée de deux manières différentes.

a) Diagramme de directivité:

- 1) le microphone fonctionne dans les conditions assignées;
- 2) la distance entre le point de référence de la source sonore et le point de référence du microphone est maintenue constante pendant la mesure;
- 3) la pression acoustique est maintenue constante pendant la mesure;
- 4) la fréquence est maintenue constante pendant la mesure;
- 5) on fait varier de façon continue, ou palier par palier, l'angle θ d'incidence des ondes sonores, par rapport à la direction du microphone, incluant l'angle nul. Dans la méthode palier par palier, on fait varier l'angle d'incidence des ondes sonores par paliers, en fonction de la précision garantie, de préférence de 10° ou 15°;
- 6) pour chaque angle θ la tension de sortie correspondante $U(\theta)$ est mesurée ou enregistrée;
- 7) le rapport $\Gamma(\theta)$ entre l'efficacité du microphone relative à l'angle θ et l'efficacité relative à une incidence nulle est exprimé directement comme étant:

$$\Gamma(\theta) = \frac{U(\theta)}{U(0)}$$

ou $G(\theta)$ en décibels:

$$G(\theta) = 20 \lg \frac{U(\theta)}{U(0)}$$

- 8) la mesure est répétée pour un certain nombre de fréquences choisies de préférence parmi les fréquences médianes de bandes d'octave, soit 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz, 8 000 Hz et 16 000 Hz;
 - 9) si le microphone ne présente pas de symétrie de révolution, il peut être nécessaire d'effectuer des mesures de caractéristiques directionnelles dans différents plans passant par l'axe de référence du microphone;
 - 10) les résultats doivent être présentés sous forme d'une famille de courbes polaires de directivité pour les fréquences spécifiées au point 8). Les courbes polaires de directivité doivent être présentées conformément à l'IEC 60268-1. L'origine du diagramme directionnel tracé en coordonnées polaires doit correspondre au point de référence du microphone. Sauf spécification contraire, l'axe de référence du microphone doit correspondre à la direction zéro degré des diagrammes polaires de directivité.
- b) Caractéristique de fréquence en fonction de la directivité:
- 1) le microphone fonctionne dans les conditions assignées;
 - 2) l'angle d'incidence des ondes sonores, θ , mesuré par rapport à l'axe de référence du microphone, est maintenu constant pendant la mesure;
 - 3) la distance entre le point de référence de la source sonore et le point de référence du microphone est maintenue constante pendant la mesure;

- 4) la pression acoustique est maintenue constante pendant la mesure;
- 5) la tension de sortie $U(\theta)$ du microphone est mesurée en fonction de la fréquence, pour un certain nombre d'angles d'incidence déterminés, θ , y compris l'angle zéro;
- 6) les résultats doivent être présentés sous forme d'une famille de courbes de réponse à des angles d'incidence déterminés, θ , par rapport à l'axe de référence;
- 7) à partir de ces courbes, il est possible de déterminer le rapport de l'efficacité du microphone relative à l'angle θ à l'efficacité relative à une incidence nulle, pour une fréquence spécifique (diagramme polaire de directivité (voir 13.1.2 a)).

13.1.3 Présentation graphique des résultats

Il convient que la présentation graphique des résultats de mesure soit conforme à l'Article 10 de l'IEC 60268-1:1985.

13.2 Indice de directivité

13.2.1 Caractéristique à spécifier

Rapport, exprimé en décibels, de la tension de sortie, produite par des ondes acoustiques planes se propageant dans la direction de l'axe de référence, à la tension de sortie, produite par un champ acoustique diffus de même fréquence ou relatif à une même bande de fréquences et correspondant à la même pression acoustique efficace. La fréquence ou la bande de fréquences doit être spécifiée.

13.2.2 Méthode de mesure

L'indice de directivité D est donné par la formule:

$$D = 20 \lg \frac{M_0}{M_{\text{diff}}}$$

où

M_0 est l'efficacité en champ libre donnée en 11.2.1;

M_{diff} est l'efficacité en champ diffus donnée en 11.2.2.

14 Non-linéarité d'amplitude

14.1 Généralités

On peut trouver une explication générale de la non-linéarité d'amplitude dans l'IEC 60268-2. Les caractéristiques à spécifier et les méthodes de mesure pour différents types de non-linéarité d'amplitude, pouvant être importants pour les microphones, peuvent être trouvées de 14.2 à 14.4. Dans les cas simples, il est possible de créer des champs acoustiques ayant une distorsion inférieure à celle d'un microphone prévu pour des niveaux modérés de pression acoustique. La distorsion doit être mesurée dans des conditions fixées de bande passante et de niveau, ces derniers étant spécifiés pour différentes applications.

14.2 Distorsion harmonique totale

14.2.1 Caractéristique à spécifier

Rapport, exprimé en pourcentage ou en décibels, de la somme en valeur efficace des composantes de tension harmonique de la tension de sortie sur la tension de sortie efficace totale.

La distorsion harmonique est l'une des manifestations de la non-linéarité d'amplitude. Si la distorsion du champ acoustique ne peut pas être maintenue suffisamment petite vis-à-vis de la non-linéarité du microphone, d'autres méthodes doivent être utilisées, par exemple la distorsion par différence des fréquences (voir 14.4).

14.2.2 Méthode de mesure

Les conditions appropriées stipulées aux Articles 4 et 5 doivent être établies.

Un voltmètre sélectif, tel qu'un analyseur d'onde, précédé si nécessaire d'un filtre passe-haut éliminant la fréquence fondamentale, est relié à la sortie du microphone soumis à l'essai. Le dispositif de mesure doit indiquer la valeur efficace réelle des résidus d'harmonique.

On mesure les tensions U_{nf} relatives à chaque harmonique séparé.

La tension totale U_t , comprenant la fréquence fondamentale, est mesurée à l'aide d'un voltmètre efficace large bande, relié au microphone soumis à l'essai.

La distorsion harmonique totale peut être déterminée par les équations

en pourcentage:

$$d_t = \frac{\sqrt{U_{2f}^2 + U_{3f}^2 + \dots + U_{nf}^2}}{U_t} \times 100 \%$$

en décibels:

$$L_{dt} = 20 \lg \left(\frac{d_t}{100} \right)$$

où

d_t est la distorsion harmonique totale;

U_{nf} est la tension de l'harmonique d'ordre n ;

U_t est la tension totale;

L_{dt} est la distorsion harmonique totale en décibels;

La distorsion non linéaire du champ acoustique dans lequel le microphone soumis à l'essai est placé doit être nettement inférieure à la distorsion propre du microphone (voir 14.2.1).

14.3 Distorsion harmonique d'ordre n ($n = 2, 3, \dots$)

14.3.1 Caractéristique à spécifier

Distorsion harmonique d'ordre n , rapportée à la tension totale.

14.3.2 Méthode de mesure

Les conditions appropriées stipulées aux Articles 4 et 5 doivent être établies. Un voltmètre sélectif, tel qu'un analyseur d'onde, précédé, si nécessaire, d'un filtre passe-haut éliminant la fréquence fondamentale, est relié à la sortie du microphone soumis à l'essai. Le dispositif de mesure doit indiquer la valeur efficace réelle des résidus d'harmonique.

On mesure les tensions U_{nf} de chaque harmonique séparé.

La tension totale U_t , comprenant la fréquence fondamentale, est mesurée à l'aide d'un voltmètre efficace large bande, relié au microphone soumis à l'essai.

La distorsion harmonique d'ordre n peut être déterminée par les équations

en pourcentage:

$$d_n = \frac{U_{nf}}{U_t} \times 100 \%$$

en décibels:

$$L_{dn} = 20 \lg \left(\frac{d_n}{100} \right)$$

La distorsion non linéaire du champ acoustique dans lequel le microphone soumis à l'essai est placé doit être nettement inférieure à la distorsion propre du microphone (voir 14.2.1).

14.4 Distorsion par différences des fréquences du deuxième ordre

14.4.1 Caractéristique à spécifier

Rapport entre la tension du signal de fréquence $f_d = 80$ Hz, captée avec un filtre approprié en sortie d'un microphone placé dans un champ acoustique composé de deux signaux sinusoïdaux de fréquences f_1 et f_2 , telles que $f_2 - f_1 = 80$ Hz, et la tension du signal avant le filtre (voir 7.2 de l'IEC 60268-2:1987).

14.4.2 Méthode de mesure

Les mesures sont faites avec deux sources sonores, l'une rayonnant le signal à la fréquence f_1 , et l'autre à la fréquence $f_1 = f_2 - 80$ Hz. Les niveaux de la pression acoustique produite par chaque source sonore, au point de référence du microphone, doivent être les mêmes.

La méthode de mesure doit suivre la procédure décrite en 14.12.8 de l'IEC 60268-3:2013. Le résultat est donné par

en pourcentage:

$$d_{fd} = \frac{U_{fd}}{2U_{ref}} \times 100 \%$$

en décibels:

$$L_{fd} = 20 \lg \frac{d_{fd}}{100}$$

avec U_{ref} comme moyenne géométrique de U_{f1} et U_{f2}

où

U_{f1} est la tension de fréquence f_1 en sortie du microphone, produite par la pression acoustique de la première source sonore;

U_{f2} comme pour U_{f1} , mais pour la tension de fréquence f_2 ;

U_{fd} est la tension en sortie du microphone pour la fréquence $f_d = f_2 - f_1 = 80$ Hz.

La distance entre les points de référence des sources sonores et du microphone soumis à l'essai est choisie de façon à recevoir la pression acoustique nécessaire.

15 Caractéristiques limites

15.1 Pression acoustique de crête maximale admissible assignée

Pression acoustique maximale instantanée d'une onde plane qu'un microphone peut supporter sans modification permanente de ses caractéristiques de fonctionnement pour toute incidence de l'onde acoustique. Elle est spécifiée par le constructeur.

NOTE Cette caractéristique comporte le terme «assigné», car elle est spécifiée par le constructeur comme résultant d'une série d'essais, et ne peut pas être mesurée valablement sur un échantillon (voir IEC 60268-2).

15.2 Pression acoustique limite de surcharge

15.2.1 Caractéristique à spécifier

Pression acoustique maximale d'une onde plane pour laquelle la non-linéarité d'amplitude du microphone ne dépasse pas une limite spécifiée, pour toute fréquence comprise dans la gamme utile de fréquences, pour toute incidence de l'onde acoustique. La pression acoustique de surcharge doit être mesurée dans les conditions assignées (voir 4.2.2) ainsi que pour un fonctionnement à l'impédance de charge minimale admissible.

NOTE Aucune limite commune n'a encore été définie, toutefois de nombreuses fiches techniques mentionnent des valeurs de 0,5 % ou de 1 % pour la distorsion par différences des fréquences (14.2.2).

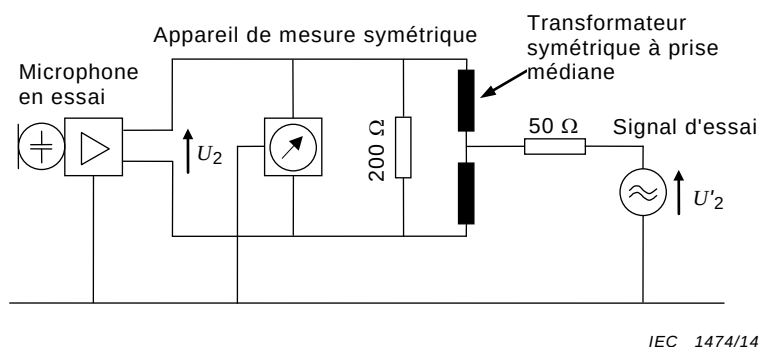
15.2.2 Méthode de mesure

Le microphone est mis dans les conditions assignées. On mesure alors la pression acoustique limite pour différents angles d'incidence de l'onde acoustique en augmentant la pression acoustique d'un son sinusoïdal pur, jusqu'à ce que la distorsion aux bornes de sortie du microphone atteigne une valeur spécifiée. On doit noter la pression acoustique correspondant à l'angle d'incidence pour lequel la distorsion maximale se produit.

NOTE Les non-linéarités des sources sonores et de l'air peuvent limiter la procédure. Les mesures par différences des fréquences, telles que spécifiées en 14.4.2, minimisent, pour le moins, l'influence des non-linéarités des haut-parleurs.

16 Symétrie

16.1 Symétrie de la sortie des microphones



IEC 1474/14

Figure 1 – Symétrie de la sortie

La Figure 1 représente le dispositif de mesure selon l'IEC 60268-2. On fait également référence à 14.15 de l'IEC 60268-3:2013. Toutes les exigences relatives à la symétrie de la source et de l'appareil de mesure sont également valables pour la mesure des microphones. La résistance de charge doit avoir une valeur de 200 Ω. L'impédance de la source fournissant le signal d'essai U'_2 doit être de 50 Ω. La symétrie du dispositif de mesure lui-même doit être soumise à l'essai sans le microphone, en le remplaçant par une résistance de 200 Ω. La «symétrie» b en décibels, est calculée par

$$b = 20 \lg \frac{U_2}{U'_2} \text{ (voir Figure 1)}$$

Il convient de maintenir le niveau sonore ambiant aussi bas que possible pour ne pas influencer sur les résultats.

16.2 Symétrie dans les conditions de fonctionnement

La procédure spécifiée en 15.1 ne couvre pas les interférences captées par le conducteur de sortie. Grâce à une modification du dispositif de mesure selon la Figure 1, la tension correspondante U_2 peut être mesurée (voir Figure 2).

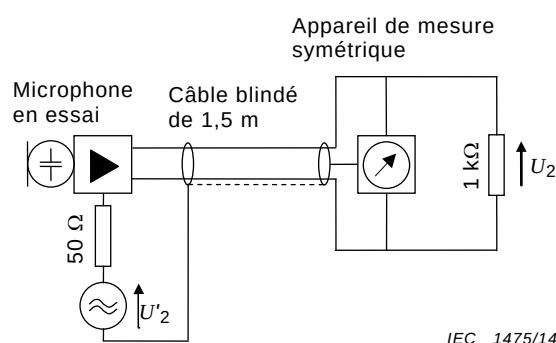


Figure 2 – Symétrie en condition de fonctionnement

Pour assurer des conditions d'essai comparables aux différentes conceptions mécaniques de microphones, l'essai doit être fait en incluant 1,5 m de câble de bonne qualité et une charge de sortie de 1 kΩ.

NOTE Une mesure séparée du câble vérifie que son incidence sur le résultat est négligeable.

Pour la mesure, l'écran/blindage du câble est débranché de la sortie du microphone et la tension d'essai est injectée. Le rapport de la tension résultante, mesurée par l'appareil de mesure symétrique, à la source d'interférences est calculé conformément à 16.1.

17 Niveau de pression acoustique équivalente au bruit propre

17.1 Caractéristique à spécifier

Niveau de la pression acoustique extérieure susceptible de produire la même tension de sortie pondérée que celle obtenue en l'absence de champ extérieur et lorsque la tension de sortie est uniquement due au bruit propre du microphone. La fréquence de référence du niveau de pression acoustique extérieure doit être la même que celle qui est utilisée pour la mesure de l'efficacité assignée en champ libre.

La valeur (maximale, moyenne, type) qui est donnée dans la spécification doit être spécifiée. La valeur maximale est préférée.

NOTE Sauf indication contraire, il faut considérer qu'on se réfère à des conditions en champ libre et à un angle d'incidence nul.

17.2 Méthode de mesure

Pour effectuer les mesures, procéder de la manière qui suit.

- a) Lors de la mesure du bruit électrique propre, le microphone doit être isolé contre le bruit, le vent, les chocs, les vibrations et les champs extérieurs, magnétiques ou électriques. Toutefois, le microphone doit être en mode de fonctionnement acoustique (voir Note 2).

NOTE 1 Un exemple de dispositif d'isolation sonore efficace est donné à l'Annexe B.

NOTE 2 Il a souvent été dans les habitudes de ne mesurer que le niveau de bruit de l'électronique, en utilisant un circuit «équivalent» pour remplacer l'élément transducteur. Ceci ne mesure pas le niveau de bruit du microphone complet avec précision du fait de la contribution au bruit apportée par l'élément transducteur lui-même.

NOTE 3 L'utilisation d'un amplificateur moderne de 40 dB à 60 dB pour cette mesure laisse suffisamment de marge pour que le bruit du microphone domine et il est inutile de corriger la mesure par le bruit de l'amplificateur.

- b) On mesure la tension de sortie pondérée due au bruit propre du microphone en utilisant les mesures pondérées spécifiées par l'IEC 60268-1:1985. On doit inclure les mesures psophométriques et quasi-crêtes, conformément à 6.2.2 de l'IEC 60268-1:1985. Il est vivement recommandé d'inclure également les mesures de bruit efficace pondéré A, conformément à 6.2.1 de l'IEC 60268-1:1985 et les mesures de bruit efficace non pondéré tiers d'octave, conformément à 6.2.3 de l'IEC 60268-1:1985.
- c) Lorsque le microphone est remplacé par une résistance à la température ambiante, dont la valeur est égale à l'impédance assignée du microphone, la tension de sortie mesurée doit être inférieure au tiers de la valeur mesurée à l'étape b), de telle sorte que le résultat souhaité soit augmenté de moins de 10 % par le bruit interne de l'appareillage de mesure et n'importe quel son résiduel externe.
- d) La pression acoustique équivalente due au bruit propre est le rapport de la tension de sortie à l'efficacité assignée en champ libre.
- e) Le niveau de pression acoustique équivalente au bruit est le rapport, exprimé en décibels, entre la pression acoustique équivalente et la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

18 Conditions climatiques

18.1 Généralités

Les caractéristiques suivantes doivent être spécifiées indépendamment les unes des autres. Si des interdépendances existent, les conditions et les effets doivent être spécifiés par le constructeur.

18.2 Domaine de pression atmosphérique

Gamme de pressions atmosphériques dans les limites de laquelle les caractéristiques du microphone ne varient pas de plus de ± 2 dB. Lorsque le constructeur indique que le microphone convient à des applications pour lesquelles se produisent des variations importantes de la pression ambiante (par exemple, de la pression atmosphérique des systèmes de sonorisation à bord des avions), le taux maximal admissible de variation de la pression atmosphérique doit être également spécifié.

18.3 Domaine de température

Gamme de températures dans les limites de laquelle les caractéristiques du microphone ne varient pas de plus de ± 2 dB.

18.4 Domaine d'humidité relative

Gamme d'humidités relatives dans les limites de laquelle les caractéristiques du microphone ne varient pas de plus de ± 2 dB.

19 Perturbations extérieures

19.1 Généralités

19.1.1 Spécifications et méthodes de mesure

Les microphones sont soumis à de nombreuses formes de perturbations extérieures qu'il peut être, dans certains cas, très important d'exclure ou de limiter. Étant donné cependant que les perturbations extérieures peuvent donner lieu à des signaux parasites très complexes en raison d'effets non linéaires, aucune méthode, valable d'une manière générale, ne peut être donnée pour les évaluer toutes. Le cas particulier des influences externes, appelé compatibilité électromagnétique, est traité à l'Article 20. Les spécifications sont sujettes à discussion entre le fournisseur et l'utilisateur et elles peuvent éventuellement conduire à des essais précis en laboratoire et/ou en plein air.

Les méthodes de mesure indiquées ci-après (voir 19.2 à 19.4) ne traitent que des perturbations extérieures en provenance:

- des vibrations mécaniques;
- du vent;
- de l'effet «pop»;

Les méthodes indiquées ne sont ni complètes ni définitives, mais elles sont destinées à servir de lignes directrices.

19.1.2 Autres perturbations extérieures

Pour toutes les perturbations extérieures autres que celles qui sont mentionnées dans les paragraphes ci-dessous, des spécifications doivent faire l'objet d'un accord passé entre le fournisseur et l'utilisateur.

19.2 Pression acoustique équivalente due aux vibrations mécaniques

19.2.1 Caractéristique à spécifier

Pression acoustique équivalente obtenue en l'absence de champ acoustique et due à une vibration mécanique, correspondant à une accélération de valeur efficace, de fréquence et de direction spécifiée. La pression acoustique équivalente doit être indiquée pour la direction de vibration pour laquelle la perturbation maximale se manifeste. Les directions correspondant aux perturbations maximale et minimale doivent être toutes les deux indiquées.

La pression acoustique équivalente peut être indiquée pour des vibrations de fréquences spécifiées ou pour des vibrations dont l'énergie est contenue dans une bande de fréquences spécifiée, centrée sur la fréquence de référence. S'il existe des relations linéaires, la pression acoustique équivalente peut être exprimée en tant que coefficient de transfert liant la pression acoustique équivalente à l'accélération.

19.2.2 Méthode de mesure

Pour effectuer les mesures, procéder de la manière qui suit.

- a) Le microphone est connecté conformément aux conditions assignées, en l'absence de champ acoustique.

- b) On applique une vibration mécanique dont l'accélération efficace est spécifiée et de fréquence ou bande de fréquence également spécifiée. La direction de la vibration doit être telle que l'on obtienne une tension de sortie maximale.
- c) La tension de sortie efficace U_2 et l'accélération efficace sont mesurées.
- d) La pression acoustique équivalente est calculée à partir de U_2 et de l'efficacité assignée. On doit spécifier l'accélération et la direction de la vibration.
- e) Un essai est effectué pour obtenir la direction de vibration correspondant à la perturbation minimale. Cette direction est également spécifiée.
- f) La mesure est effectuée de préférence avec un signal en fréquences glissantes dans un domaine de fréquences s'étendant jusqu'à 250 Hz.
- g) Quand il existe une relation linéaire entre la pression acoustique équivalente et l'accélération, le coefficient de transfert peut être spécifié. Dans les cas de forte interdépendance avec la fréquence, on peut donner plus de valeurs, voire la caractéristique complète.

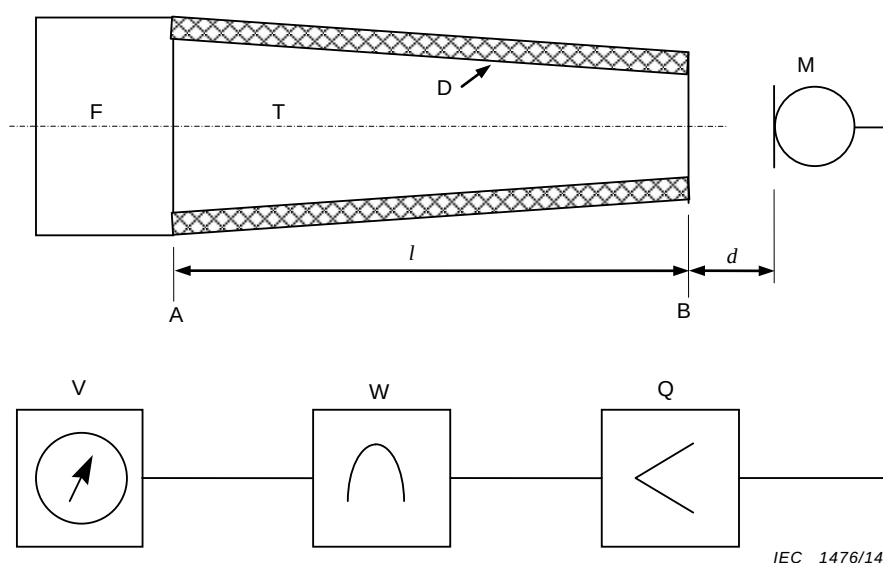
19.3 Pression acoustique équivalente due au vent

19.3.1 Caractéristique à spécifier

Pression acoustique équivalente obtenue en l'absence de champ acoustique et due au vent, dont on spécifie la vitesse et la direction. La pression acoustique équivalente doit être indiquée pour la direction du vent pour laquelle la perturbation maximale se manifeste. Les directions correspondant aux perturbations maximale et minimale doivent être toutes les deux indiquées. Outre le niveau pondéré correspondant à la largeur de bande, le niveau de pression acoustique équivalente peut également être déterminé pour les bandes d'octave ou de tiers d'octave dans la gamme utile de fréquences du microphone et pour des vitesses de vent complémentaires à celles correspondant à la valeur de référence de 10 m/s.

19.3.2 Méthode de mesure

Toutes les mesures de bruit de vent sont sujettes à d'importantes variations, si le vent est turbulent à la source, ou qu'il engendre une turbulence entre la source et le microphone. Après évaluation de plusieurs méthodes, il s'est avéré que la méthode du tunnel aérodynamique donne les meilleures simulations de conditions de vent naturel. Il est cependant encore difficile de mesurer la nature du vent créé et de le décrire avec suffisamment de précision. En conséquence, à ce jour, il est préférable de prendre comme référence les caractéristiques mécaniques du générateur.



Légende

- F ventilateur à faible bruit acoustique
- A section transversale d'entrée du tunnel à vent
- T tunnel à vent
- D matériau absorbant
- B section transversale de sortie du tunnel à vent
- l longueur du tunnel
- d distance de mesure entre le microphone et la sortie du tunnel
- M microphone soumis à l'essai
- Q amplificateurs
- W filtre de pondération / filtre de bande (facultatif)
- V voltmètre

Figure 3 – Dispositif pour la mesure de l'influence du vent

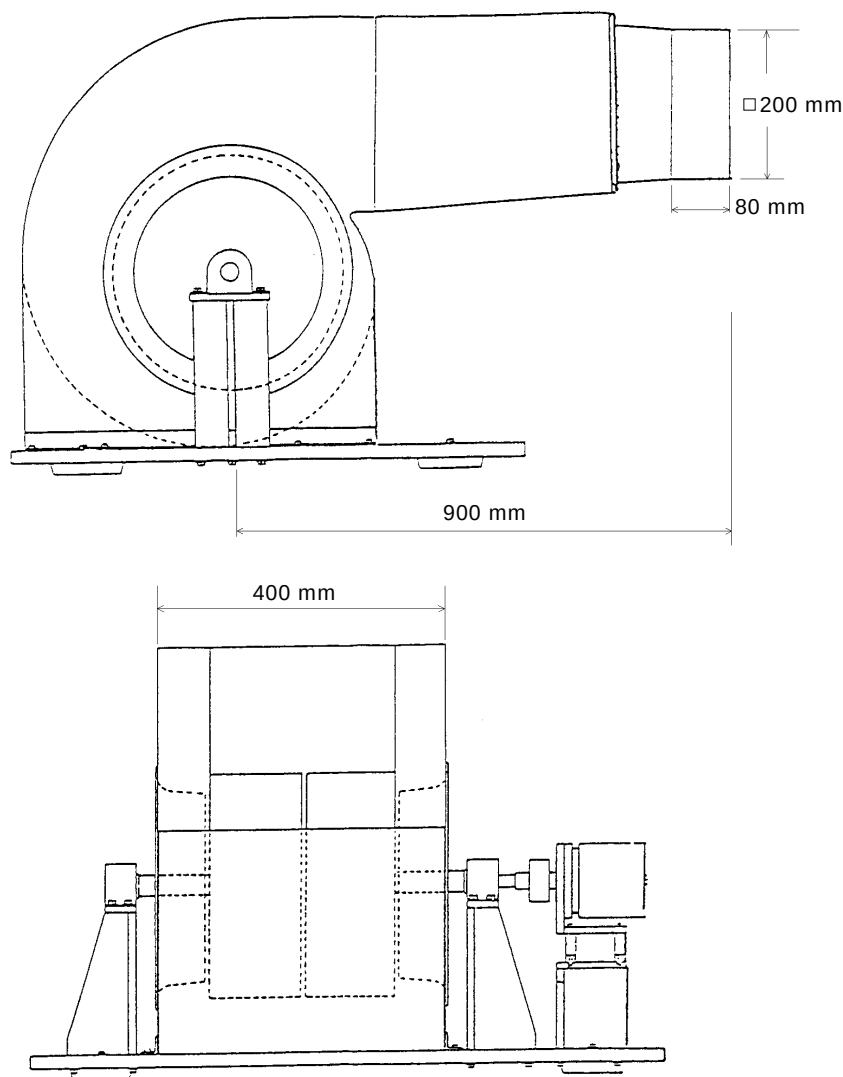
Deux solutions différentes ont été étudiées, un dispositif court avec un ventilateur radial, un dispositif long avec un ventilateur axial (voir Figure 4). Le premier a été installé par plusieurs organismes et a donné des résultats reproductibles quel que soit le lieu d'utilisation. Les expériences similaires avec le deuxième ne sont pas encore connues. Des mesures comparatives entre la première installation et les autres générateurs indiquent qu'il faut s'attendre à une différence importante. En conséquence, les valeurs publiées pour la sensibilité au vent doivent indiquer si l'on a utilisé la machine 1 ou la machine 2 avec la présente norme.

Un schéma fonctionnel du montage utilisé pour la mesure est indiqué à la Figure 3. Le microphone en essai est placé à une distance de 25 cm de la sortie du tunnel. Le tunnel est mis en fonctionnement dans une pièce n'influençant pas les résultats de la mesure, par exemple une chambre anéchoïque. La tension de sortie du microphone soumis aux conditions de vent est mesurée en utilisant un filtre de pondération A, conformément à l'IEC 60268-1, et de façon facultative en tant que valeur de bande d'octave ou de bande de tiers d'octave. Les microphones équipés d'écrans anti-vent amovibles doivent être mesurés avec et sans écran.

Les deux machines différentes générant le flux d'air sont indiquées à la Figure 4. La surface intérieure du tunnel est construite de façon à fournir un flux d'air homogène. Les dimensions choisies sont suffisamment grandes en comparaison de celles des microphones soumis à l'essai. La vitesse plus élevée en sortie de la machine 1 est obtenue par un dispositif conique réduisant la section transversale. Pour réaliser un flux laminaire, l'intérieur de la machine 2 est

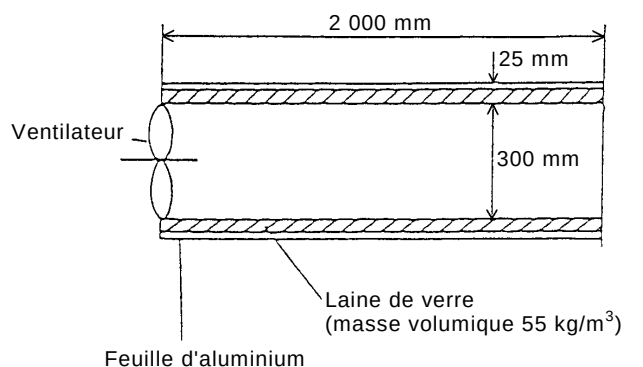
recouvert de laine de verre, ou d'un matériau similaire, d'une masse volumique de 55 kg/m^3 et de 2,5 cm d'épaisseur. À la vitesse nécessaire, les ventilateurs produisent un bruit acoustique négligeable. La distance de 250 mm pour la mesure a été choisie pour donner un ensemble de turbulences similaire aux conditions de vent naturel.

La nature du bruit dû au vent est telle que des variations de pression, dont les fréquences se situent en dessous de la gamme utile de fréquences (et ne sont donc pas détectables), peuvent engendrer des signaux en sortie du microphone suffisamment importants pour surcharger le premier étage de l'amplificateur. Des précautions doivent être prises pour éviter de tels effets de surcharge.



IEC 1477/14

Figure 4a – Générateur de vent avec ventilateur radial (vu de face et en coupe)



IEC 1478/14

Figure 4b – Générateur de vent avec ventilateur axial

Figure 4 – Générateurs de vent de type 1 (Figure 4a) et de type 2 (Figure 4b)

La procédure doit suivre les étapes a) à c).

- Le microphone est relié à un amplificateur dans les conditions assignées en l'absence de champ acoustique.
- Le microphone en essai est soumis à un vent ayant une vitesse spécifiée, la référence étant 10 m/s, et dans une direction spécifiée. Le microphone est orienté de telle façon que la direction du vent provoque un signal de sortie maximal.
- Le niveau de pression acoustique équivalente est calculé à partir de la tension en sortie du microphone (en bande large, pondérée, ou dans les bandes étroites complémentaires) et de l'efficacité en champ libre; ce niveau est exprimé en décibels par rapport au niveau de référence de pression acoustique de 20 μ Pa. La direction du vent doit être spécifiée et pour les cas où la vitesse diffère de la vitesse de référence de 10 m/s, cette valeur doit être également spécifiée.

19.4 Pression acoustique équivalente transitoire due à l'effet «pop»

19.4.1 Caractéristique à spécifier

NOTE Cette mesure utilise «l'énergie» pour exprimer l'intégrale temporelle du carré de la pression à l'entrée du microphone. Pour déterminer les valeurs de la caractéristique, cela n'a pas d'importance, car l'introduction nécessaire de la surface et de la résistance mécanique serait annulée dans le rapport des énergies des deux formules données.

Réaction du microphone à une excitation définie de type «pop», mesurée en l'absence de champ acoustique, avec le dispositif de mesure conforme à la Figure 5, pouvant simuler le flux d'air provoqué par la prononciation des consonnes occlusives (P, T, etc.). Cela provoque une pression à l'intérieur des chambres et dans l'évent, conformément au Tableau 2, conduisant le plus souvent à des réponses du microphone ne pouvant être décrites que par des valeurs statistiques. Par conséquent, la réponse en «énergie» W_{rm} du microphone, au temps de référence t_{rm} correspondant à l'instant d'arrivée du front d'onde de pression, est liée à «l'énergie» W_r à l'instant de référence t_r dans la chambre.

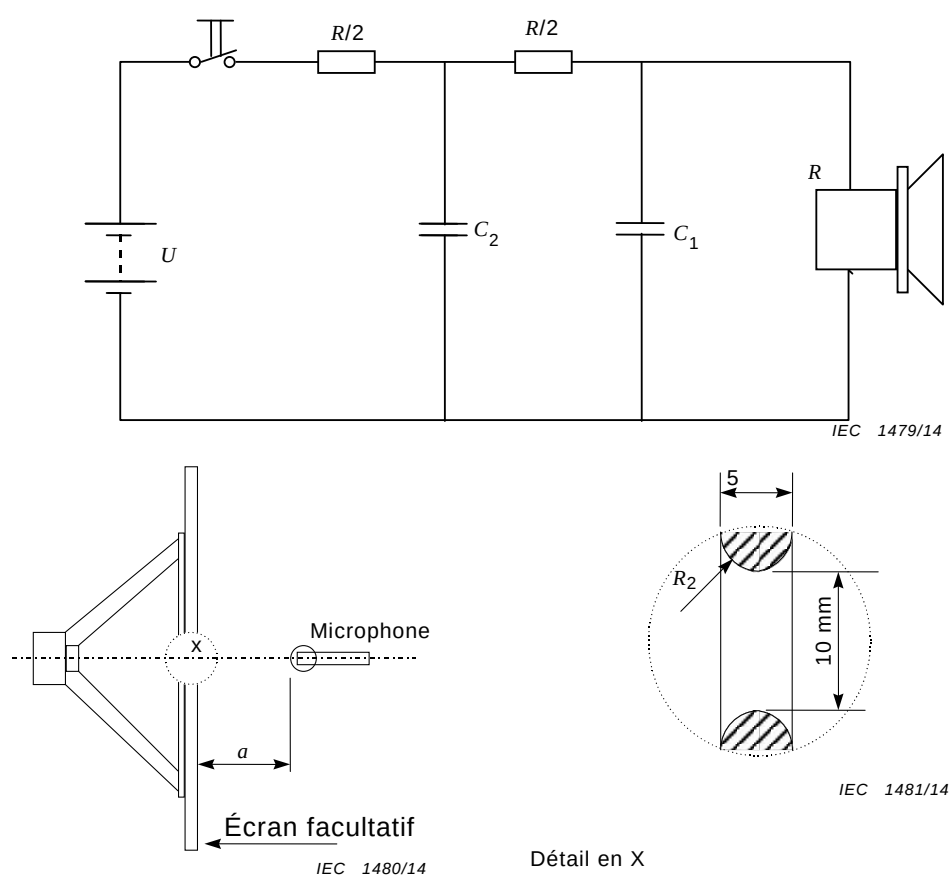


Figure 5 – Dispositif électrique et mécanique pour la mesure de l'effet «pop»

Le niveau de pression acoustique équivalente relative à l'effet «pop» est alors donné par la formule:

$$L_{\text{pop}} = 10 \lg (W_{\text{rm}}/W_{\text{r}}) + L_{\text{p}} + k$$

La constante L_{p} autorise un niveau d'excitation selon le Tableau 3, tandis que k corrige des amplifications différentes pour le signal de référence et le signal de sortie du microphone, tout comme les différentes sensibilités du microphone le font sur le signal de référence et le microphone en essai. Si des fréquences de référence différentes de 1 000 Hz sont utilisées, elles doivent être spécifiées.

Comme deuxième caractérisation de la réaction «pop» du microphone, la décroissance peut être calculée par la formule:

$$d = W_{\text{rm}}/W_{\text{em}}$$

L'instant final t_{em} est également retardé de la même quantité que t_{rm} . Une réaction très «sèche» équivaut à une perturbation très rapide et croissante vers une valeur approximativement égale à 1, et les microphones «lents» conduisent à des résultats très éloignés de 1. Le choix du temps de référence t_{r} adapté n'est finalement pas vérifié par un nombre suffisant de mesures. Pour le moment et afin d'obtenir des résultats comparables, une valeur de 30 ms doit être choisie.

NOTE 1 Normalement, l'efficacité du microphone à 1 000 Hz est prise comme référence. Comme certains microphones n'obtiennent de bons comportements à l'effet «pop» que moyennant une forte coupure des basses, on pourra avoir des résultats plus réalistes en prenant comme référence une fréquence plus basse telle que 150 Hz.

NOTE 2 Une méthode simplifiée pour la sensibilité à l'effet «pop» a été proposée. Elle est décrite à l'Annexe C. Les parties intéressées sont invitées à faire des mesures comparatives entre les deux méthodes et leur relation avec la quantité audible de bruit de «pop». La réponse des microphones est repérée par l'indice m ajouté aux indices relatifs au signal de référence. Le temps de référence t_r est normalement compté à partir du moment de passage à zéro après L_p .

19.4.2 Méthode de mesure

Le haut-parleur représenté à la Figure 5 doit être un haut-parleur pour les basses avec une première fréquence de résonance d'environ 30 Hz et un diamètre de 250 mm environ. Les valeurs des éléments de la Figure 5 peuvent être modifiées pour obtenir une meilleure approximation de la pression selon le Tableau 2. La surface des événements, à la Figure 5, doit être réglée (polie) pour obtenir un flux d'air défini. Le signal de référence doit présenter une différence négligeable entre le centre de l'événement et l'intérieur de la chambre formée par le déflecteur et le cône du haut-parleur. Il convient de la mesurer à l'aide d'un microphone miniature ou d'un microphone sonde ayant une courbe de réponse plate pour le spectre du signal présenté au Tableau A.1.

Tableau 2 – Signal de référence et ses caractéristiques

Grandeur	Valeur	Unité
L_p	20 ± 3	dB réf. 1 Pa
L_d	16 ± 3	dB réf. 1 Pa
t_p	≈ 10	ms
t_r	Voir 19.4	ms
t_d	30	ms
t_e	160	ms
W_r	≈ 5	Pa ² s
W_e	$< 7,5$	Pa ² s

La pression acoustique équivalente doit être spécifiée pour la distance à laquelle se produit la réaction maximale à l'effet «pop». Le microphone doit être positionné avec les signaux sonore et «pop» provenant de la direction spécifiée par le constructeur, comme étant d'usage courant. Si le signal de sortie varie de façon significative à la suite de faibles variations de cette direction, il convient de le spécifier dans la présentation des résultats.

Le microphone en essai est placé en face de l'événement, à la distance définie, et on mesure la réaction au signal de référence. Les valeurs «d'énergie» pour t_{rm} et t_{em} sont notées et utilisées pour le calcul de l'instant correspondant au «pop». Il est recommandé de ne pas utiliser une moyenne des signaux de référence mais de stocker chaque référence correspondante, ainsi que de répéter la mesure plusieurs fois pour obtenir des données correctement moyennées.

NOTE Cette définition et cette procédure constituent une première tentative pour disposer de résultats comparables. Une plus grande utilisation montrera si des révisions sont nécessaires.

20 Compatibilité électromagnétique (CEM)

20.1 Exigences réglementaires

Les exigences réglementaires ne font pas partie du domaine d'application de la présente norme et varient dans différentes parties du monde. Le Tableau 3 donne des exemples de réglementations et de normes correspondantes.

Tableau 3 – Exemples de réglementations et de normes de CEM

Type de microphone	Émission USA	Immunité USA	Émission Europe	Immunité Europe
Microphone avec sortie audio analogique ou numérique	FCC 47CFR15	–	EN 55032	EN 55035
Microphone pour la radio	FCC 47CFR2, 47CFR15, 47CFR74, 47CFR90	–	EN 300 422-2	EN 300 422-2

NOTE Aux États-Unis d'Amérique, les microphones analogiques contenant des oscillateurs à des fréquences inférieures à 1,705 MHz sont exempts. Les exigences de la 47 CFR 15.109(a) s'appliquent aux microphones numériques et aux microphones ayant des circuits internes fonctionnant au-dessus de 1,705 MHz, lorsqu'ils sont soumis à essai conformément au 15.33 et vérifiés conformément au 2.902 et à la suite de cette réglementation. La conformité documentée de manière interne avec la CISPR 22 est également une forme de vérification acceptable des microphones ayant une fonctionnalité numérique, y compris un DSP (processeur de signal numérique) interne.

20.2 Exigences de constance de la qualité des programmes

Dans un grand nombre d'applications de microphones, une immunité supplémentaire aux perturbations électromagnétiques est exigée pour maintenir la qualité des programmes. Le Tableau 4 donne une liste des phénomènes perturbateurs susceptibles d'affecter les microphones et les normes fondamentales de CEM de l'IEC, avec des méthodes d'essai et des notes relatives à leur application aux microphones.

Tableau 4 – Normes fondamentales de CEM et leur application aux microphones

Norme fondamentale	Description	Application	Méthodes d'essai
IEC 61000-4-2	Immunité aux décharges électrostatiques (ESD)	Voir CISPR 35	Décharge de contact 4 kV, décharge dans l'air 8 kV
IEC 61000-4-3	Immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux radiofréquences	Voir CISPR 35	Accès à l'enveloppe de 80 MHz à 1 000 MHz, 3 V/m et fréquences ponctuelles
IEC 61000-4-4	Immunité aux transitoires rapides ou aux sèves	Voir CISPR 35	Données analogiques/numériques et accès d'alimentation en courant continu
IEC 61000-4-6	Immunité aux perturbations conduites induites par des champs à radiofréquence	Voir CISPR 35	Courant injecté dans des blindages de câble simulant une exposition aux RF. 3 V de 0,15 MHz à 10 MHz, décroissant linéairement jusqu'à 1 V à 30 MHz par rapport au logarithme de fréquence, ensuite maintenu à 1 V à 80 MHz.
IEC 61000-4-8	Immunité au champ magnétique de la fréquence d'alimentation	Voir CISPR 35 et IEC 60268-1:1985, Article 12	50 Hz/60 Hz, 1 A/m et mention de SPL équivalent
IEC 61000-4-16	Immunité aux perturbations conduites en mode commun de 0 Hz à 150 kHz	Voir IEC 61000-4-16	Courant injecté dans un blindage de câble simulant les courants de défaut du réseau
IEC 61000-4-17	Immunité aux ondulations sur l'accès d'alimentation d'entrée en courant continu	Voir IEC 61000-4-17,	Dégradation de performance avec une ondulation sur l'alimentation en courant continu

Norme fondamentale	Description	Application	Méthodes d'essai
NOTE Si le microphone comporte une alimentation secteur, des exigences supplémentaires s'y appliquent, par exemple IEC 61000-3-2 et IEC 61000-3-3.			

Hormis une décharge électrostatique, pour laquelle le critère de performance B s'applique, toutes les perturbations peuvent être continues ou au moins répétitives, de sorte que le critère de performance A s'applique.

20.3 Critères de performance

NOTE Pour les autres critères de performance, voir la CISPR 35.

20.3.1 Critère A

L'équipement doit continuer à fonctionner comme prévu sans intervention de l'opérateur. Aucune dégradation de performance, perte de fonctionnalité ou modification de l'état de fonctionnement n'est autorisée au-dessous d'un niveau de performance spécifié par le fabricant lorsque l'équipement est utilisé comme prévu. Le niveau de performance peut être remplacé par une perte de performance admissible. Si le niveau de performance minimum ou la perte de performance admissible n'est pas spécifié par le fabricant, alors l'un ou l'autre peut être déterminé d'après la description et la documentation du produit et par ce que l'utilisateur peut raisonnablement attendre de l'équipement s'il est utilisé comme prévu.

20.3.2 Critère B

Après l'essai l'équipement doit continuer à fonctionner comme prévu sans intervention de l'opérateur. Aucune dégradation de performance ou perte de fonctionnalité n'est autorisée après application du phénomène au-dessous d'un niveau de performance spécifié par le fabricant lorsque l'équipement est utilisé comme prévu. Le niveau de performance peut être remplacé par une perte de performance admissible. Une dégradation de performance est autorisée au cours de l'essai. Toutefois, aucune modification non prévue de l'état de fonctionnement ou des données enregistrées n'est autorisée à persister après l'essai. Si le niveau de performance minimum (ou la perte de performance admissible) n'est pas spécifié par le fabricant, alors l'un ou l'autre peut être déterminé d'après la description et la documentation du produit et par ce que l'utilisateur peut raisonnablement attendre de l'équipement s'il est utilisé comme prévu.

20.4 Essai d'immunité aux perturbations en présence d'un bruit acoustique

Une dégradation de performance dans les microphones, due à une perturbation électromagnétique, s'il y a lieu, se produit généralement sous la forme d'un bruit supplémentaire qui s'ajoute au signal de sortie. La sortie peut être voisine du niveau de bruit intrinsèque du microphone, telle que mesurée en 17.2, et il peut être difficile d'effectuer la mesure dans un environnement d'essai capable de produire les perturbations requises dans le Tableau 4, en raison du bruit acoustique dans l'environnement d'essai.

Il est recommandé d'effectuer l'essai d'immunité en utilisant un microphone modifié, l'élément de détection du son étant désactivé, tout en conservant ses propriétés électriques et son effet sur un champ électromagnétique. Si cette procédure est utilisée, ses détails doivent être inclus dans le rapport d'essai. Des exemples de procédures convenables sont:

- microphones dynamiques: remplacer le ou les aimants par des éléments non magnétisés;
- microphones à condensateur: débrancher l'alimentation de polarisation en un point distant;
- microphones à électret: remplacer l'élément chargé par un élément non chargé;
- immobiliser l'élément de détection.

20.5 Immunité aux perturbations rayonnées modulées en fréquence

L'essai d'immunité rayonnée exigée pour la conformité à la Directive européenne CEM couvre les fréquences supérieures à 80 MHz, avec modulation d'amplitude. Un essai supplémentaire peut être exigé pour évaluer la dégradation de performance en présence de transmissions modulées en fréquence.

Les essais du Tableau 1, Article de tableau 1.2 de la CISPR 35² doivent être recommencés avec un signal d'essai modulé en fréquence, modulé à 1 000 Hz avec une excursion de crête de 22,5 kHz et un champ de 10 V/m. Les essais en modulation d'amplitude et en modulation de fréquence peuvent être effectués en même temps si le générateur d'essai peut générer simultanément de la modulation d'amplitude et de la modulation de fréquence.

20.6 Immunité aux champs magnétiques

L'essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence de l'alimentation exigé pour être conforme à la Directive CEM couvre la dégradation de performance lorsque le microphone est placé dans un champ magnétique de 1 A/m à 50 Hz ou 60 Hz. Un essai supplémentaire peut être exigé pour évaluer l'importance de la dégradation de performance aux fréquences supérieures.

Un champ magnétique extérieur sinusoïdal et uniforme est appliqué. La direction du champ extérieur doit être telle que l'on obtienne une tension de sortie maximale du microphone. Les fréquences de mesure doivent être de 50 Hz ou 60 Hz, 1 kHz et 16 kHz. La sortie du microphone est mesurée selon l'une des pondérations et avec les appareils de mesure spécifiés par l'IEC 60268-1. On doit spécifier le type d'appareil de mesure et la pondération. Les mesures doivent se référer à l'efficacité en champ libre et sont indiquées en niveaux de pression acoustique équivalente, correspondant à l'induction magnétique. En ce qui concerne la méthode destinée à produire un champ magnétique alternatif uniforme, voir 6.3 de l'IEC 61000-4-8:2009. La mesure doit être recommencée pour obtenir les réponses aux harmoniques de la fréquence du réseau jusqu'au cinquième compris.

20.7 Immunité aux ondulations sur l'alimentation en courant continu

Les microphones utilisant une alimentation fantôme ou A-B conformément à l'IEC 61938 peuvent être sujettes à un ronflement dû à une ondulation de l'alimentation en courant continu.

On peut utiliser comme référence l'IEC 61000-4-17. Les résultats d'essai doivent être présentés en termes d'ondulation maximale de l'alimentation en courant continu dans la gamme de fréquence de 50 Hz à 180 Hz, sous forme de pourcentage de la tension d'alimentation en courant continu, pour laquelle le niveau de tension de sortie dû au bruit augmente de moins de 1 dB. On doit utiliser la mesure à large bande du 6.1 de l'IEC 60268-1:1985.

20.8 Champ magnétique permanent

Les microphones contenant des aimants permanents peuvent créer un fort champ magnétique inévitable. Il peut affecter d'autres équipements et il convient de mentionner ce point dans le manuel d'utilisation. Il convient que l'utilisateur s'en accommode et prenne des précautions pour le choix de l'emplacement.

En fonctionnement aux conditions assignées, la force du champ magnétique doit être mesurée au moyen d'un appareil de mesure de flux approprié, par exemple un appareil comportant un détecteur à effet Hall et doit être mentionné s'il dépasse 0,5 mT à 1 cm de n'importe quelle surface du microphone. Si le microphone comporte un accès d'alimentation en courant alternatif, le champ magnétique en courant alternatif doit être mesuré avec une bobine de

² A publier.

détection appropriée, comme décrit au 12.2 de l'IEC 60268-1:1985, et doit être mentionné s'il dépasse 1 μ T à 1 cm de n'importe quelle surface.

20.9 Évaluation et rapport des résultats d'essai

Outre les autres essais effectués, la sortie du microphone doit être évaluée en présence de chacune des perturbations spécifiées elles-mêmes dans le Tableau 4. À l'exception de l'essai de décharge électrostatique, la sortie du microphone, la perturbation étant appliquée, doit être rapportée sous forme du niveau de pression acoustique d'entrée équivalente due à la perturbation électromagnétique, si elle dépasse de plus de 1 dB la sortie sans perturbation. La mesure à large bande du 6.1 de l'IEC 60268-1:1985 doit être utilisée dans chaque cas et la sortie doit se référer à l'efficacité du microphone en champ libre. Si la procédure du 20.4 est utilisée, la sortie en l'absence de perturbation doit être mesurée avec un élément sensible au son type produit, conformément à l'Article 17. Une représentation graphique des résultats doit être fournie le cas échéant, indiquée sous forme du niveau de pression acoustique d'entrée équivalent en fonction de la fréquence sur la gamme de fréquences donnée pour la perturbation.

Pour que les dispositions de l'Article 20 soient effectives, le fabricant a l'obligation de publier les informations spécifiées ci-dessus sur demande d'un acheteur potentiel du produit. La présente norme ne peut spécifier aucune dérogation à cette obligation.

21 Caractéristiques physiques

21.1 Dimensions

Le constructeur doit spécifier les dimensions principales du microphone.

21.2 Masse

Le constructeur doit spécifier la masse nette du microphone.

21.3 Câbles et connexions

Le connecteur ou le raccordement du câble doit être spécifié par le constructeur, par exemple avec les numéros de contacts ou les couleurs d'isolants des fils. L'indication de polarité doit être donnée (voir 7.1).

Il est fait référence à l'IEC 60268-11 et à l'IEC 60268-12.

22 Classification des caractéristiques à spécifier

Il est essentiel que les repères concernant la sécurité figurent sur la plaque d'identification et soient facilement lisibles. L'inscription d'autres repères est recommandée, mais peut ne pas être possible dans certains cas, soit pour des raisons de dimensions et de construction, soit par suite de la multiplicité des possibilités offertes rendant le marquage confus. En conséquence, ces repères sont indiqués par la lettre R.

On doit spécifier les données relatives à chaque voie pour les microphones stéréo ou multivoies.

Le Tableau 5 présente les caractéristiques rassemblées à l'origine pour les microphones analogiques. La plupart d'entre elles sont également valables pour des microphones avec conversion analogique-numérique intégrée. Des modifications et des extensions concernant certaines caractéristiques sont décrites à l'Annexe D.

Pour des raisons de compatibilité, l'utilisateur a besoin d'informations exactes sur les données ayant une forte influence sur les performances. Par conséquent, en sortie d'usine, le constructeur doit publier les limites pour au moins une caractéristique des Articles 10, 11, 12 et 14. Il est fortement recommandé de fournir sur demande davantage d'informations du fait que certains règlements nationaux ou internationaux les exigent.

Tableau 5 – Classification des caractéristiques

Article	Paragraphe	A ^a	B ^b
6	Nature du microphone 6.1 Principe du transducteur 6.2 Type de microphone 6.3 Type de courbe de directivité 6.4 Profil d'application	R	X X X X
7	Bornes et dispositifs de réglage 7.1 Repérage 7.2 Connecteurs et valeurs électriques d'interconnexion	R	X X
8	Point et axe de référence 8.1 Point de référence 8.2 Axe de référence	R R	X X
9	Alimentation assignée – type d'alimentation – tension d'alimentation – limites inférieure et supérieure – courant prélevé à la source d'alimentation	X X	X X X X
10	Impédance électrique 10.1 Impédance interne 10.2 Impédance assignée 10.3 Impédance minimale de charge autorisée	R	R X X
11	Efficacité 11.2 Efficacité en champ libre 11.2.2 Efficacité en champ diffus 11.2.3 Diaphonie ou efficacité en champ proche 11.2.4 Efficacité en pression 11.3 Efficacité assignée		X R R
12	Réponse 12.1 Réponse en fréquence 12.2 Gamme utile de fréquences		X X
13	Caractéristiques directionnelles 13.1 Diagramme directionnel 13.2 Indice de directivité 13.3 13.4		X R
14	Non-linéarité d'amplitude (toutes les caractéristiques)		R
15	Caractéristiques limites 15.1 Pression acoustique de crête maximale admissible 15.2 Pression acoustique limite de surcharge		R X
16	Symétrie 16.1 Symétrie de la sortie des microphones 16.2 Symétrie dans les conditions de fonctionnement		X R
17	Niveau de pression acoustique équivalente au bruit propre		X
18	Conditions ambiantes 18.2 Domaine de pression atmosphérique 18.3 Domaine de température		R R

Article	Paragraphe	A ^a	B ^b
	18.4 Domaine d'humidité relative		R
19	Perturbations extérieures 19.2 Pression acoustique équivalente due aux vibrations mécaniques 19.3 Pression acoustique équivalente due au vent 19.4 Pression acoustique équivalente transitoire due à l'effet «pop»	— — —	R R R
20	Tableau 4: CEM (pour maintenir la qualité des programmes) Voir 20.2 SPL équivalent dû à des champs électromagnétiques à radiofréquence rayonnés SPL équivalent dû à des transitoires rapides ou à des salves SPL équivalent dû à des perturbations conduites induites par des champs à radiofréquence SPL équivalent dû au champ magnétique de la fréquence d'alimentation SPL équivalent dû à des perturbations conduites en mode commun, de 0 Hz à 150 kHz SPL équivalent dû à une ondulation sur l'accès d'alimentation d'entrée en courant continu	— — — — — —	X X X X X X
21	Caractéristiques physiques 21.1 Dimensions 21.2 Masse 21.3 Câbles et connexions	— — —	X X X
Annexe A	Caractéristiques supplémentaires A.2 Indice d'efficacité avant-arrière (0° – 180°) A.3 Indice de réduction de bruit		
NOTE 1 Les paragraphes 9.1 à 9.6 de l'IEC 61938:2013 spécifient le raccordement et le marquage des microphones et des alimentations avec des valeurs recommandées.			
NOTE 2 Les données concernant l'Article 20 ne sont pas les données exigées pour les besoins réglementaires.			
^a A présente les données devant toujours être marquées par le constructeur sur le microphone.			
^b B présente les données devant toujours être spécifiées par le constructeur dans le manuel et dans les spécifications techniques.			

Annexe A (normative)

Caractéristiques supplémentaires

A.1 Efficacité caractéristique pour la parole

A.1.1 Caractéristique à spécifier

Valeur moyenne du module d'efficacité du microphone (voir 11.2) calculée sur toute la gamme utile de fréquences en utilisant une pondération correspondant à un spectre spécifié d'énergie de la parole.

NOTE L'efficacité caractéristique pour la parole est destinée à fournir les éléments nécessaires à l'adaptation d'un microphone à un amplificateur, en tenant compte à la fois de la réponse en fréquence du microphone et d'un spectre approximatif d'énergie de la parole. Cette définition tient compte du fait que la partie principale du spectre d'énergie de la parole est concentrée dans la partie basse des fréquences ainsi que du fait que, généralement, les microphones destinés à la transmission de la parole ont une fréquence de coupure basse. L'efficacité caractéristique pour la parole est sans rapport avec le niveau d'intelligibilité.

A.1.2 Méthode de mesure

Les valeurs moyennes de l'efficacité considérée, prises dans la liste contenue en 11.2, sont calculées pour les bandes d'octave (en conformité avec les dispositions de l'IEC 61260-1) ayant pour fréquences médianes 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz.

Ces quatre valeurs moyennes $(M_f)_k$ peuvent être calculées à partir de la valeur obtenue à une seule fréquence (par exemple 1 000 Hz) et de la courbe de réponse en fréquence mesurée dans les conditions correspondantes et dont on aura établi la moyenne sur une échelle graduée en décibels, dans les limites de chaque bande d'octave.

L'efficacité caractéristique pour l'énergie de la parole doit être calculée d'après l'expression:

$$M_{es} = \left[\sum_{k=1}^4 \alpha_k (M_f)_k^2 \right]^{1/2}$$

où

k est l'indice de la bande d'octave considérée ($k = 1 \dots 4$);

α_k est le facteur de pondération de l'énergie de la parole, pour la bande d'octave d'indice k , donné au Tableau A.1.

**Tableau A.1 – Facteur de pondération de l'énergie de la parole
aux fréquences médianes de chaque bande d'octave**

Indice k	1	2	3	4
Fréquence médiane de la bande d'octave (Hz)	250	500	1 000	2 000
Facteur de pondération de l'énergie de la parole, α_k	0,15	0,55	0,20	0,10

Le niveau d'efficacité caractéristique pour l'énergie de la parole L_{MCS} est le rapport, exprimé en décibels, de l'efficacité caractéristique de la parole M_{CS} et de l'efficacité de référence M_r ($= 1 \text{ V/Pa}$), exprimé comme suit:

$$L_{MCS} = 20 \lg \frac{M_{CS}}{M_r}$$

NOTE La procédure indiquée ci-dessus implique plusieurs simplifications, mais donne une précision suffisante pour la pratique courante. Une méthode de pondération plus précise peut être obtenue en utilisant une bande de fréquences plus étendue, en effectuant une moyenne de la puissance réelle dans les bandes de fréquences plus étroites (par exemple des bandes de tiers d'octave) et en employant des facteurs de pondération pour l'énergie de la parole appropriés à chacune de ces bandes de fréquences plus étroites. Toutefois, toute série de facteurs de pondération de l'énergie de la parole à utiliser comme base de calcul constitue une moyenne pour des langues différentes et des voix masculines et féminines différentes. C'est pourquoi les écarts entre les individus dépassent souvent les limites de précision de la procédure simplifiée décrite ci-dessus.

A.2 Indice d'efficacité avant-arrière (0° – 180°)

A.2.1 Caractéristique à spécifier

Rapport exprimé en décibels, entre les efficacités en champ libre pour deux ondes planes identiques arrivant suivant l'axe de référence et dans la direction opposée. La fréquence ou la bande de fréquences doit être spécifiée.

A.2.2 Méthode de mesure

L'indice d'efficacité avant-arrière se déduit des mesures d'efficacité en champ libre (voir 11.2.1) pour deux ondes planes identiques arrivant suivant l'axe de référence et dans la direction opposée.

Il convient de prendre des précautions lorsqu'on mesure, en chambre anéchoïque, l'indice d'efficacité avant-arrière d'un microphone fortement directif, en raison de l'influence des réflexions d'ondes acoustiques sur les parois (voir 13.1.2).

A.3 Indice de réduction de bruit

A.3.1 Caractéristique à spécifier

Pour les microphones paraphoniques à réduction de bruit, cet indice est le rapport, exprimé en décibels, entre la tension de sortie produite par des ondes sonores émanant d'une source spécifiée (bouche artificielle) placée à une distance spécifiée du microphone suivant une orientation spécifiée par rapport à son axe de référence, et la tension de sortie produite par un champ acoustique diffus de même fréquence ou relatif à une même bande de fréquences et correspondant à la même pression acoustique efficace. La fréquence ou la bande de fréquences doit être spécifiée.

Il est entendu que l'indice de réduction du bruit doit être égal au rapport, exprimé en décibels, entre l'efficacité paraphonique (voir 11.2.3) et l'efficacité en champ diffus (voir 11.2.2) pour une même fréquence ou dans une même bande de fréquences. Dans tous les cas, la source sonore utilisée doit être indiquée.

L'indice de réduction du bruit doit se référer à la même source et à la même configuration géométrique de la source et du microphone que celles relatives à la spécification de l'efficacité paraphonique (voir 11.2.3). L'indice de réduction du bruit peut être donné en présentant les courbes de réponse en fréquence relatives à la source spécifiée et au champ acoustique diffus. À la place d'une bouche artificielle, on peut utiliser une tête artificielle.

A.3.2 Méthode de mesure

L'indice de réduction du bruit est calculé en tant que rapport, exprimé en décibels, entre l'efficacité paraphonique mesurée (voir 11.2.3), et l'efficacité en champ diffus mesurée ou calculée (voir 11.2.2).

Il est exprimé soit en fonction de la fréquence dans la gamme utile de fréquences, soit d'après les réponses en fréquence relatives d'une part à la source (bouche artificielle), d'autre part au champ acoustique diffus pour la même pression acoustique.

A.4 Caractéristiques spéciales pour les microphones stéréo

A.4.1 Généralités

Pour l'enregistrement stéréophonique, on utilise des microphones individuels spéciaux avec des configurations de transducteurs bien définies, pour les deux voies audio, ainsi qu'une multitude de configurations bien définies (réseaux) de microphones monophoniques. Les caractéristiques suivantes s'appliquent à ces microphones et à ces réseaux.

A.4.2 Angle d'ouverture d'un microphone XY (gauche-droite)

A.4.2.1 Caractéristique à spécifier

L'angle entre l'axe de référence du microphone de la voie de gauche et celui du microphone de la voie de droite.

A.4.2.2 Méthode de mesure

Habituellement, les deux microphones ont les mêmes propriétés directionnelles et les axes de référence et mécaniques sont identiques, si bien que l'angle peut être déduit de la conception mécanique. En cas de doute, il convient de réaliser des mesures de directivité pour les deux voies, en respectant la procédure décrite pour les microphones monophoniques.

A.4.3 Angle d'ouverture

A.4.3.1 Caractéristique à spécifier

L'angle entre les directions du rapport maximal entre la voie de droite et la voie de gauche (X/Y et Y/X).

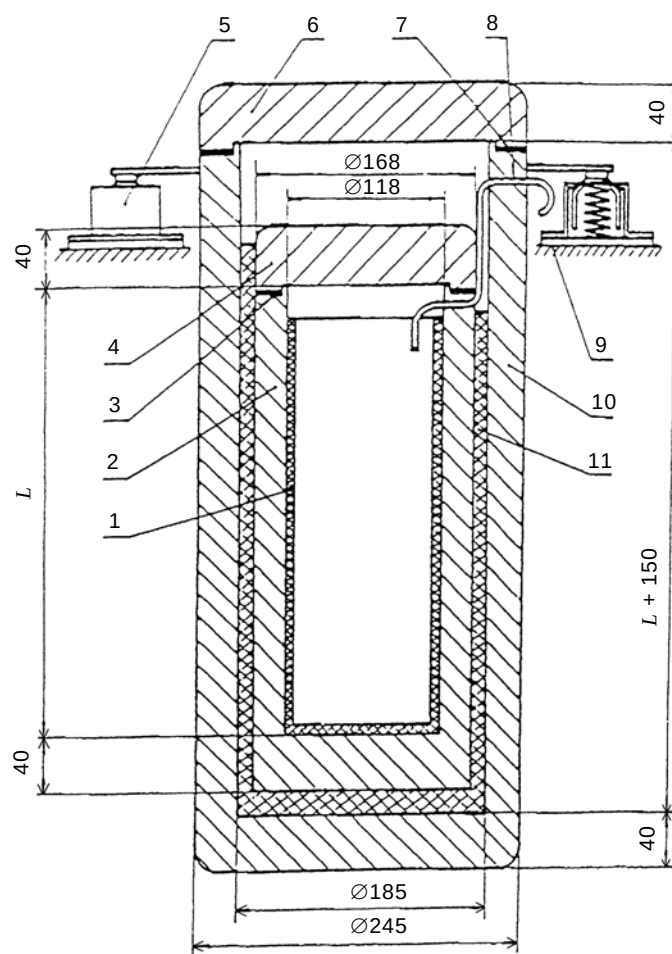
A.4.3.2 Méthode de mesure

L'angle peut être déduit des tracés des réponses directionnelles des sorties gauche et droite, en utilisant la même direction de référence zéro. Ceci peut nécessiter d'utiliser un convertisseur MS à XY. L'angle varie avec la fréquence, de sorte qu'il convient de l'indiquer pour plusieurs fréquences préférentielles.

Annexe B (informative)

Dispositif d'isolation sonore

Le dispositif d'insonorisation est constitué d'acier au carbone courant. Il possède un double fond et il est rempli de matériaux absorbants entre deux couches de métal (boîtes). Sur le support, l'absorbant est réparti symétriquement et uniformément sur toute la surface, voir Figure B.1.



IEC 1482/14

Dimensions en millimètres

Conformément aux exigences, définir L comme souhaité.

Légende

- 1 matériau fibreux absorbant le bruit
- 2 boîte intérieure
- 3 séparateur en caoutchouc de la boîte intérieure
- 4 couvercle de la boîte intérieure
- 5 amortisseur de vibrations (quatre pièces)
- 6 couvercle de la boîte extérieure
- 7 séparateur en caoutchouc de la boîte extérieure
- 8 câble pour la mesure: la sortie du câble de mesure est scellée
- 9 plateau support
- 10 boîte extérieure
- 11 matériau absorbant

Il convient que la fréquence de résonance du système, définie par la rigidité globale des amortisseurs de vibration et la masse totale des boîtes, soit inférieure à 10 Hz.

Figure B.1 – Dispositif d'isolation sonore

Annexe C (informative)

Procédure simplifiée pour la mesure de l'effet «pop»

C.1 Généralités

La procédure consiste à fournir des résultats de mesures reproductibles et comparables pour ce qui concerne l'effet «pop» des microphones. Elle fournit un classement des microphones en fonction du bruit de «pop» et permet en particulier de définir le niveau d'affaiblissement du «pop» avec des écrans «pop» ou d'autres moyens appliqués aux microphones. Elle est plus simple que la procédure spécifiée en 19.4.

C.2 Dispositif de mesure

Le dispositif de mesure est présenté à la Figure C.1. Un haut-parleur pour les basses est recouvert d'un écran en métal ayant une épaisseur de 5 mm pour délimiter un volume compris entre la membrane et l'écran. Au milieu de l'écran, neuf trous sont disposés en carré, chacun ayant un diamètre de 4,4 mm et étant séparé de ses voisins par une distance de 10 mm. Il convient que les trous n'aient pas de bord franc, par exemple en réalisant un chanfrein poli à 45°.

Le microphone soumis à l'essai est placé à 10 cm des trous, sur l'axe. A au moins 30 mm à côté de ces trous, on fixe fermement un microphone de mesure M_c dans un trou supplémentaire de l'écran, afin de prélever le signal de pression interne.

Le signal d'entrée du haut-parleur est un signal sinusoïdal de 5 Hz.

C.3 Procédure pour la mesure

Le signal de 5 Hz est fourni au haut-parleur par l'intermédiaire d'un amplificateur disposant d'un réglage de gain. On le règle à une pression acoustique crête de 140 dB à l'intérieur de la chambre comprise entre l'écran et la membrane du haut-parleur.

Un microphone de mesure de 12,7 mm de diamètre est placé à 100 mm de l'écran et dans l'axe du haut-parleur. Il convient que le dispositif de montage ait une influence négligeable sur le champ acoustique et le flux d'air. Avec un filtre adapté, les fréquences inférieures à 5 Hz sont supprimées. Le signal de sortie est alors mesuré en valeur efficace en utilisant un filtre de pondération A, pour obtenir les valeurs de référence de la pression acoustique, $L_{A,r}$ en large bande et $L_{T,r}$ en tiers d'octave.

Après déplacement du microphone de 50 mm par rapport à l'axe, la mesure est répétée pour donner les limites de seuil $L_{A,t}$ et $L_{T,t}$ de la procédure.

NOTE Les valeurs de seuil dépendent de la rugosité des trous dans l'écran. Un polissage soigné déplace les valeurs vers des pressions acoustiques plus faibles.

En reliant les tensions de sortie mesurées à l'efficacité du microphone, on peut les exprimer en niveaux de pression acoustique équivalente par rapport à la référence 20 μ Pa.

Les différences

$$\delta L_{A \text{ pop}} = L_{A,t} - L_{A,r}$$

$$\delta L_{T\ pop} = L_{T\ t} - L_{T\ r}$$

caractérisent la sensibilité à l'effet «pop» du microphone soumis à l'essai, dans la mesure où elles sont supérieures d'au moins 10 dB (avec une précision limitée à 6 dB) aux limites $L_{A,t}$ et $L_{T,t}$.

Les résultats ne donnent pas d'indication de l'influence possible sur l'effet «pop» de fonctions de transfert acoustiques différentes à fréquence très basse. Une façon possible d'exclure cette influence est traitée en 19.4.

C.4 Prise en compte approximative des différences de courbe de réponse

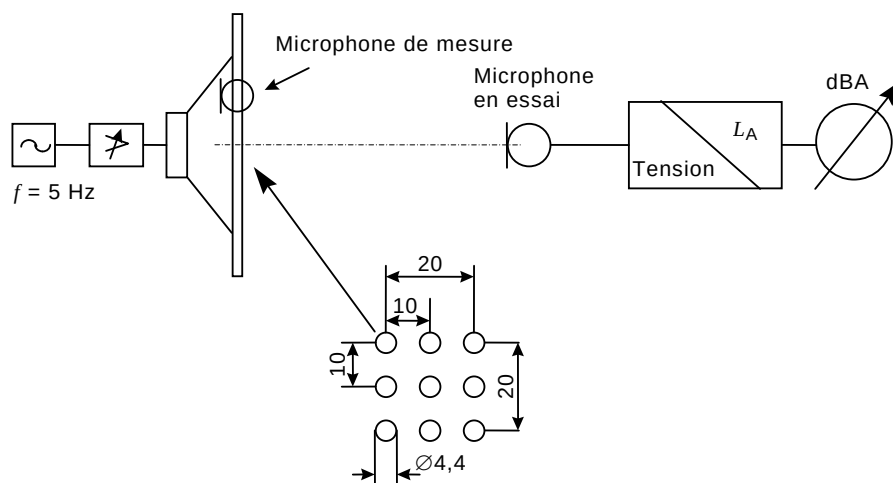
Si le microphone soumis à l'essai présente des écarts importants avec la réponse horizontale, un affaiblissement des basses conduira à une réduction de l'effet «pop». Ceci peut être exact du point subjectif mais conduire à une coloration inacceptable. L'approximation suivante donne une façon d'exclure l'influence de la réponse en fréquence sur les résultats de l'effet «pop».

Les différences $K_f = L_{f,m} - L_{f,r}$ aux fréquences mentionnées ci-dessus donnent des facteurs correctifs à ajouter aux valeurs de «pop» mesurées initialement pour obtenir de nouvelles valeurs $L_{T,m\ new} = L_{T,m} + K_f$. Si ces valeurs sont diminuées par les écarts A_f donnés par la courbe de pondération A, on peut calculer le niveau de pression acoustique pondéré A en fonction des valeurs de tiers d'octave, par l'équation:

$$\delta L_{A,\ pop\ new} = 10 \lg \left(\sum 10^{(L_{T,m} + K_f - A_f)/10} \right)$$

Les valeurs de A_f peuvent être trouvées dans l'IEC 61672-1.

En utilisant l'appareil indiqué à la Figure C.2, on mesure les réponses en fréquence d'un microphone de mesure de 1/2 pouce ($L_{f,m}$) et du microphone soumis à l'essai ($L_{f,r}$), pour chaque fréquence médiane de tiers d'octave, comprise entre 50 Hz et 250 Hz.



IEC 1483/14

Dimensions en millimètres

Figure C.1 – Dispositif de mesure

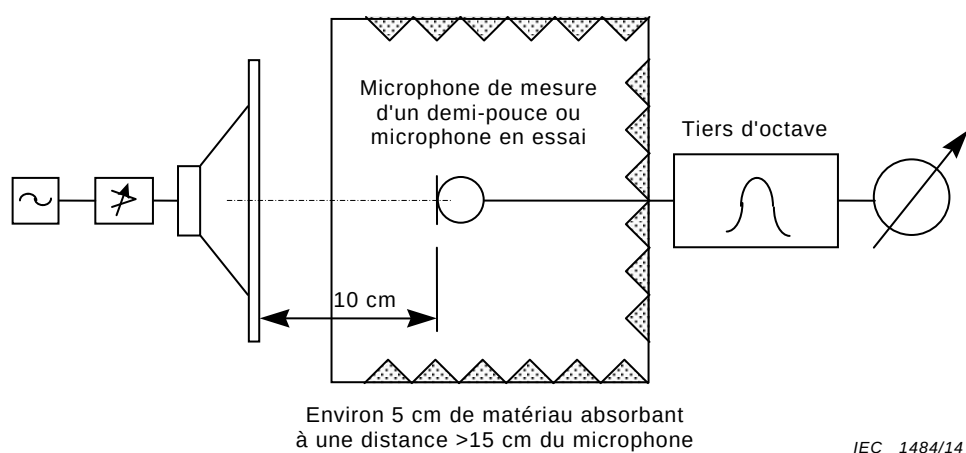


Figure C.2 – Dispositif d'essai pour l'efficacité de champ acoustique

Annexe D (informative)

Recommandations pour les microphones numériques professionnels

D.1 Généralités

Cette annexe donne des lignes directrices résultant de discussions concernant principalement des microphones professionnels utilisant par exemple une sortie conforme à la norme AES42, et il convient de ne les considérer que comme des recommandations pour les entreprises publiant des spécifications de tels microphones. Elle contient des définitions et des explications complémentaires relatives aux caractéristiques introduites par les microphones numériques. Les définitions de cette annexe sont limitées aux microphones ayant une interface utilisant une modulation linéaire par impulsions et codage (LPCM) similaire à celle qui est spécifiée dans l'IEC 60958-4. L'application des articles de la partie principale est recommandée comme indiqué par le Tableau D.1. Les nouveaux articles sont donnés dans le Tableau D.2. On peut trouver d'autres informations dans la documentation (see Bibliographie).

D.2 Fiches techniques relatives aux microphones numériques

Il convient de mesurer numériquement les niveaux des signaux par rapport à la pleine échelle. Si le gain du microphone peut être modifié, il convient d'indiquer son influence sur l'efficacité et sur le rapport signal à bruit. Les caractéristiques mécaniques, électriques et celles du protocole de transmission numérique d'un microphone numérique sont définies dans les normes correspondantes.

**Table D.1 – Classification des caractéristiques
qu'il est recommandé de spécifier**

6	Nature du microphone 6.1 Principe du transducteur 6.2 Type de microphone 6.3 Type de caractéristique de courbe de directivité	Identiques à celles des microphones analogiques.
7	Bornes et dispositifs de réglage 7.1 Repérage 7.2 Connecteurs et valeurs électriques d'interconnexion	Les connecteurs et les interfaces électriques sont définis dans les normes appropriées d'interface numérique. Il convient de spécifier la norme applicable.
8	Point et axe de référence 8.1 Point de référence 8.2 Axe de référence	Identiques à celles des microphones analogiques.
9	Alimentation assignée – type d'alimentation – tension d'alimentation – limites supérieure et inférieure – courant prélevé à la source d'alimentation	L'alimentation en énergie électrique est définie dans la norme appropriée d'interface numérique. Il convient de spécifier la norme applicable.
10	Impédance électrique 10.1 Impédance interne 10.2 Impédance assignée 10.3 Impédance minimale de charge autorisée	L'impédance au niveau de l'interface est définie dans la norme appropriée d'interface numérique. Il convient de spécifier la norme applicable.

11	Efficacité 11.2.1 Efficacité en champ libre 11.2.2 Efficacité en champ diffus 11.2.3 Diaphonie ou efficacité en champ proche 11.2.4 Efficacité en pression 11.3.1 Efficacité assignée	Il convient d'exprimer l'efficacité comme le niveau de sortie par rapport à la pleine échelle numérique (0 dB FS) produit par une pression acoustique de 1 Pa (94 dB SPL). En cas de gain variable, il convient de spécifier l'efficacité au moins pour le gain maximal et minimal.
12	Réponse 12.1 Réponse en fréquence 12.2 Gamme utile de fréquences	Identiques à celles des microphones analogiques.
13	Caractéristiques directionnelles 13.1 Diagramme directionnel 13.2 Indice de directivité	Identiques à celles des microphones analogiques.
14	Non-linéarité d'amplitude (toutes les caractéristiques)	Identiques à celles des microphones analogiques.
15	Caractéristiques limites 15.1 Pression acoustique de crête maximale admissible 15.2 Pression acoustique limite de surcharge	Identiques à celles des microphones analogiques.
16	Symétrie 16.1 Symétrie de la sortie des microphones	Non applicable ou non définie dans les normes appropriées d'interface numérique.
17	Niveau de pression acoustique équivalente au bruit propre	Les niveaux des signaux sont mesurés dans le domaine numérique. La pression acoustique équivalente est calculée avec l'efficacité numérique. Si le gain n'est pas fixe, il convient de spécifier l'efficacité au moins pour le gain maximal et minimal.
18	Conditions climatiques 18.1 Généralités 18.2 Domaine de pression atmosphérique 18.3 Domaine de température 18.4 Domaine d'humidité relative	Identiques à celles des microphones analogiques
19	Perturbations extérieures 19.1 Généralités 19.2 Pression acoustique équivalente due aux vibrations mécaniques 19.3 Pression acoustique équivalente due au vent 19.4 Pression acoustique équivalente transitoire due à l'effet «pop»	Voir l'Article 17
20	Compatibilité électromagnétique (CEM)	Identiques à celles des microphones analogiques.
21	Caractéristiques physiques 21.1 Dimensions 21.2 Masse 21.3 Câbles et connexions	Les paramètres mécaniques sont identiques à ceux des microphones analogiques. Les câbles et les connecteurs sont définis dans des normes appropriées d'interface numérique. Il convient de spécifier la norme applicable.

Table D.2 – Caractéristiques numériques supplémentaires à spécifier

	Caractéristiques numériques: 1 Longueur de mot 2 Fréquences d'échantillonnage 3 Temps d'attente 4 Traitement de signal interne 5 Gigue à l'interface de sortie 6 Décalage en courant continu des données audio 7 Méthode de synchronisation 8 Type de codec	Le temps d'attente est exprimé par le nombre d'échantillons ou le temps d'attente à chaque fréquence d'échantillonnage spécifiée. Il convient de spécifier les fonctions internes du DSP (processeur de signal numérique) pouvant affecter les caractéristiques décrites.
--	---	---

Bibliographie

CISPR 22, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques - Limites et méthodes de mesure*

IEC 60065:2001, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

Amendement 2:2010

Amendement 1:2005

IEC 60958-4, *Interface audionumérique – Partie 4: Applications professionnelles*

IEC 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤ 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61606 (toutes les parties), *Équipements audio et audiovisuels – Parties audionumériques – Méthodes fondamentales pour la mesure des caractéristiques audio*

U.S. Federal Communications Commission "Frequency Allocations and Radio Treaty Matters; General Rules and Regulations." *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 2, 2012

U.S. Federal Communications Commission "Radio Frequency Devices." *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 15, 2012

U.S. Federal Communications Commission "Experimental Radio, Auxiliary, Special Broadcast and other Program Distributional Services." *Code of Federal Regulations* Title 47, Part 74, 2012

U.S. Federal Communications Commission "Private Land Mobile Radio Services." *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 90, 2012

AES3-2009: *AES standard for digital audio engineering – Serial transmission format for two-channel linearly represented digital audio data*

AES42-2010: *AES standard for acoustics – Digital interface for microphones*

DIRECTIVE 2004/108/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 December 2004 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility and repealing Directive 89/336/EEC

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch