

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-4:2018



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 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.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.160.50

ISBN 978-2-8322-6616-8

**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	12
5.1 Pre-conditioning	12
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	13
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)	17
6.1 Principle of the transducer	17
6.2 Type of microphone	17
6.3 Type of directional response characteristics	17
6.4 Application	17
7 Terminals and controls	17
7.1 Marking	17
7.2 Connectors and electrical interface values	17
8 Reference point and axis	18
8.1 Reference point	18
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.....	21
11.2.3	Close-talking and near-field sensitivity.....	21
11.2.4	Pressure sensitivity	22
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	24
13.1.3	Graphical presentation of results	25
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	26
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	28
15.1	Rated maximum permissible peak sound pressure	28
15.2	Overload sound pressure	28
15.2.1	Characteristic to be specified.....	28
15.2.2	Method of measurement	28
16	Balance	28
16.1	Balance of the microphone output.....	28
16.2	Balance under working conditions.....	29
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	32
19.4	Transient equivalent sound pressure due to "pop" effect.....	35
19.4.1	General	35
19.4.2	Characteristic to be specified.....	35
19.4.3	Method of measurement	36
20	Electromagnetic compatibility (EMC)	37
20.1	Regulatory requirements	37
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	39
20.5	Immunity to frequency-modulated radiated disturbances	39
20.6	Immunity to magnetic fields.....	39
20.7	Immunity to ripple on d.c. power supply	39
20.8	Permanent magnetic field	40
20.9	Evaluation and reporting of the test results	40
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) Recommendations for professional digital microphones	47
C.1 General.....	47
C.2 Data sheets for digital microphones	47
Annex D (informative) Recommended method for measuring noise levels according to ITU-R BS.468-4 in the digital domain	50
D.1 General.....	50
D.2 Recommended method	50
D.3 Matlab code	51
Bibliography.....	54
 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).....	34
Figure 5 – Electrical and mechanical setup for the measuring of the "pop" effect	36
Figure B.1 – Sound insulation device	46
Figure D.1 – ITU weighting filter for weighted and unweighted measurements	50
Figure D.2 – Peak value rectifier scheme	51
 Table 1 – Reverberation time of the empty room.....	 15
Table 2 – Examples of EMC regulations and standards.....	37
Table 3 – Basic EMC standards and their application to microphones	38
Table 4 – Classification of characteristics	41
Table A.1 – Speech power weighting factor at octave-band centre frequencies.....	43
Table C.1 – Classification of the characteristics recommended to be specified	47
Table C.2 – Additional digital characteristics to be specified	49
Table D.1 – Time constants for the two PVRs	51

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 bilingual version (2019-02) corresponds to the monolingual English version, published in 2018-08.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Subclause 19.4 on "pop" measurement replaces Annex C;
- b) new Annex D for noise measurements in the digital domain.

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

CDV	Report on voting
100/2992/CDV	100/3109/RVC

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

The French version of this standard has not been voted upon.

This document 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-4:2018

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 and Annex C.

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

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

CISPR 35:2016, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Immunity requirements*

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

IEC 60268-1:1985/AMD1:1988

IEC 60268-1:1985/AMD2:1988

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

IEC 60268-2:1987/AMD1:1991

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

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

IEC 60268-5:2003/AMD1:2007

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

IEC 60268-11:1987/AMD1:1989

IEC 60268-11:1987/AMD2:1991

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

IEC 60268-12:1987/AMD1:1991

IEC 60268-12:1987/AMD2:1994

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*

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

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

IEC 61000-4-6:2013, *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 61000-4-16:2015, *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*

61000-4-17:1999/AMD1:2001

61000-4-17:1999/AMD2:2008

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.

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

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

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

3.1

far-field microphone

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

Note 1 to entry: The term "far-field microphone" describes a microphone application (see 6.4) and not a type of microphone. A specific microphone may have one or more applications, but the term is helpful in specifying the method of measurement.

3.2

near-field microphone

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

Note 1 to entry: The term "near-field microphone" describes a microphone application (see 6.4) and not a type of microphone. A specific microphone may have one or more applications, but the term is helpful in specifying the method of measurement.

3.3

close-talking microphone

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

Note 1 to entry: The term "close-talking microphone" describes a microphone application (see 6.4) and not a type of microphone. A specific microphone may have one or more applications, but the term is helpful in specifying the method of measurement.

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 document, 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 document: 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 document 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;
- far-field microphones shall be measured in free-field conditions;
- 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 or procedure (e.g. Lavalier or boundary layer microphones), 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 fulfilling the sound field requirements, preferably by only one being 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 at 1 kHz 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 negligible to the specified microphone load. This load is 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 many of them 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 $2\pi f/c$ (λ – wavelength, c – speed of sound);

$B = 0$ 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 source.

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 can be necessary to introduce extensions of the measurement setup, 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 shall 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).

6.4 Application

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

- Far-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 applications (e.g. for boundary layer or body-contact/Lavalier microphones) may be used if details are provided for measurement and specification.

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 shall 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 document 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 1 Normally the ratio gives a complex value, but usually only the amplitudes (with sinusoidal signal) are considered.

NOTE 2 For practical reasons, values for sensitivity are typically expressed in mV/Pa.

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 shall 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 owing 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 RMS 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 and 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 shall 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, for example, 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 DC voltage on which is superimposed the audio-frequency test voltage. Without the DC 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 applications (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 document may also be given, such as sound pressure response or diffuse-field response. Frequency responses not specified in this document 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 shall 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.

NOTE 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, with each step small enough that the measured level difference between any two steps is less than 3 dB;
- 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 shall 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 RMS 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. Nonlinearity of the sound field should be negligible. Measurement of highly linear microphones might require special provisions to achieve low distortion at the necessary high sound pressure level. 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 RMS sum of the harmonic voltage components in the output voltage to the total RMS 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 characteristics, 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 RMS 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 RMS 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 RMS 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 RMS 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

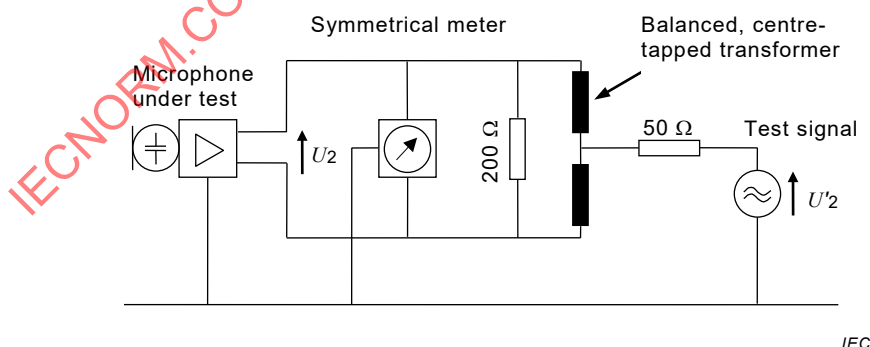


Figure 1 – Balance of the output

Figure 1 shows the measurement set-up shown in 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 16.1 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).

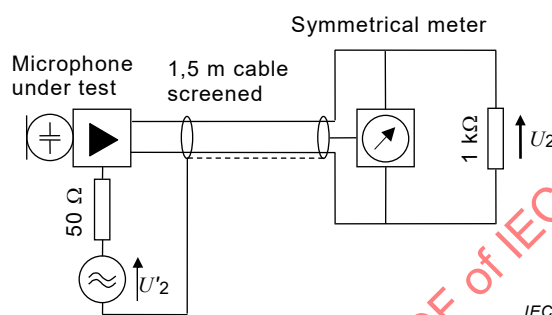


Figure 2 – Balance under working conditions

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.

- 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 RMS noise measurements in accordance with IEC 60268-1:1985, 6.2.1, and one-third octave unweighted RMS 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 document, specifications shall be determined by agreement between the supplier and the user.

19.2 Equivalent sound pressure due to mechanical vibration

19.2.1 Characteristic to be specified

For a mechanical vibration, specified by the RMS 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 and in a surrounding with sufficiently low acoustic background signal.
- b) A mechanical vibration of a specified RMS 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 RMS output voltage U_2 and the RMS 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

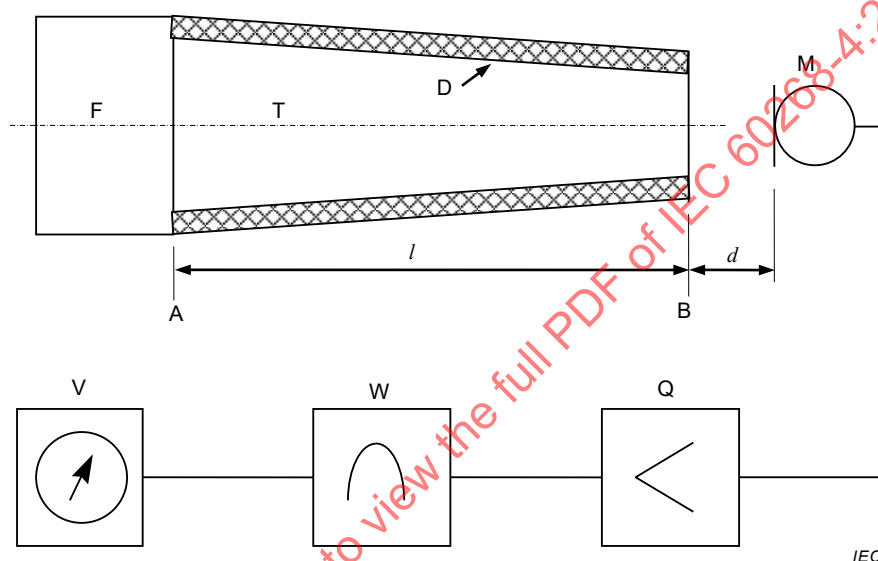
19.3.1 Characteristic to be specified

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/m^3 density and 2,5 cm thickness, or similar material. At the necessary speed, the fans produce negligible acoustic noise. The measuring distance of 25 cm 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-4:2018

Dimensions in millimetres

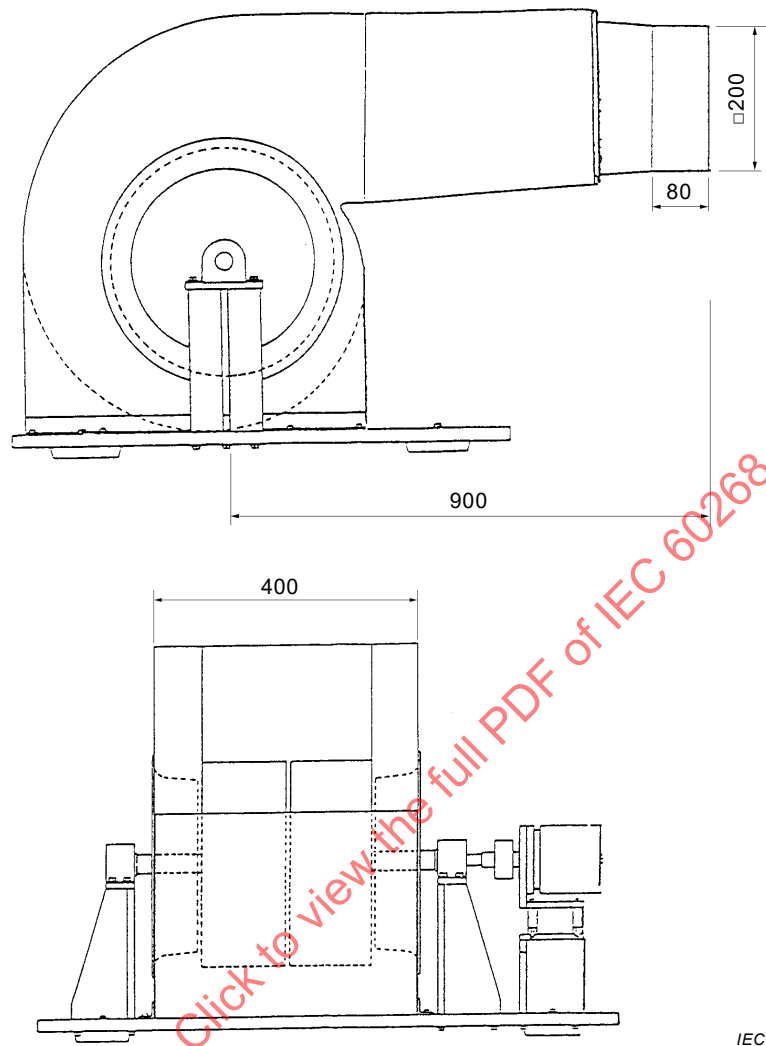


Figure 4a – Wind generator with radial fan (front and side view)

Dimensions in millimetres

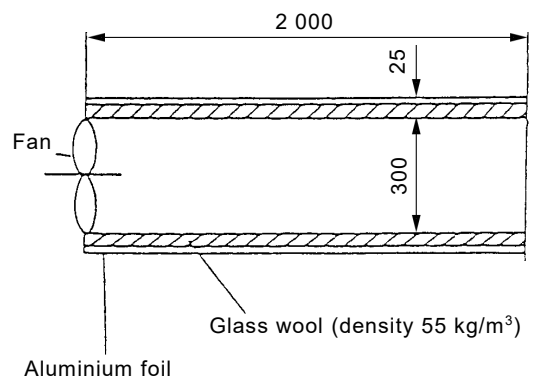


Figure 4b – Wind generator with axial fan

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 reference of 20 μ Pa. 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 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.

NOTE The test equipment is the same as described in Annex C of IEC 60268-4:2014. However, the measurement procedure has been simplified for a differently specified characteristic instead of the earlier "pop sensitivity".

19.4.2 Characteristic to be specified

The equivalent sound pressure level due to a defined "pop" excitation, measured in the absence of a sound field, with a measurement installation shown in Figure 5 that can simulate the air flow produced by human stop consonants (P, T, etc.).

Dimensions in millimetres

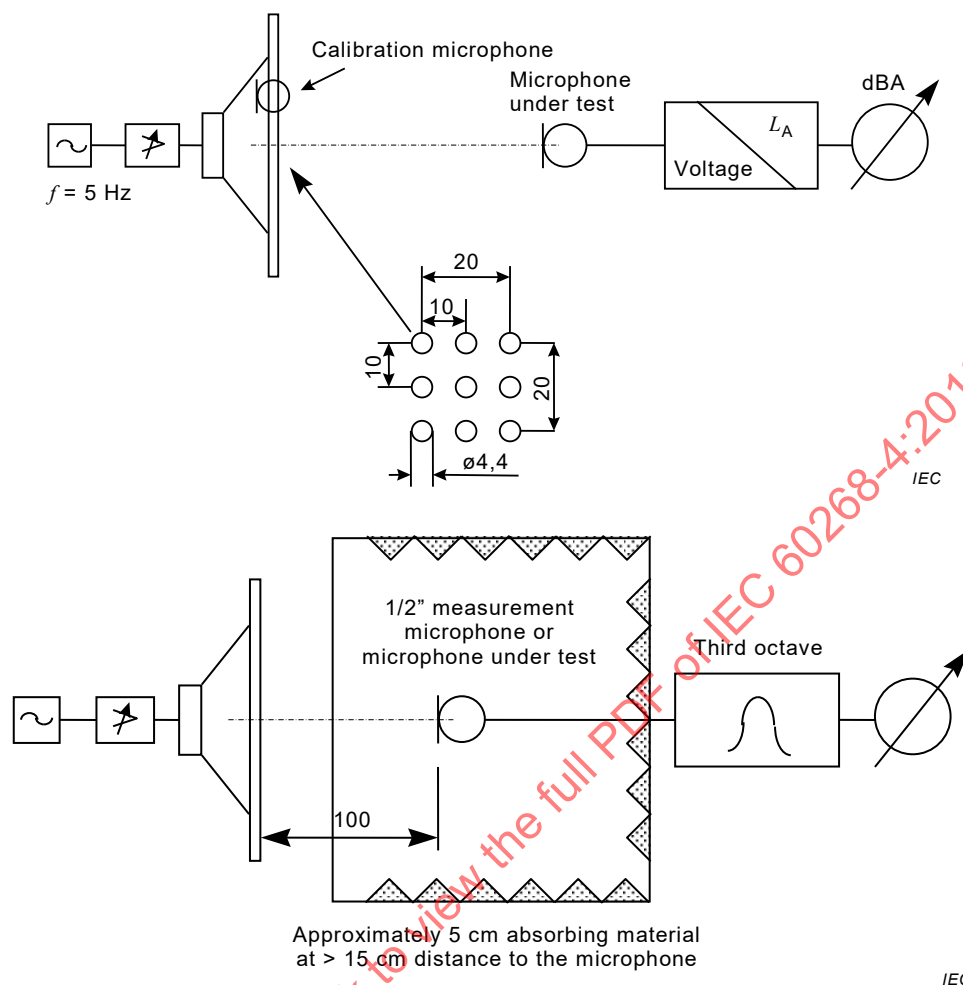


Figure 5 – Electrical and mechanical setup for the measuring of the "pop" effect

NOTE Comparing microphones with different frequency response can result in different psychoacoustic sensation of the "pop" even if the calculated equivalent SPL is the same. Earlier proposals for adjustment/corection are still under consideration.

19.4.3 Method of measurement

The measurement setup is shown in Figure 5. A woofer is covered with a 5-mm thick metal baffle to enclose a volume between the diaphragm and the 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 shall have no sharp edges, for example a 45° polished chamfer. For calibration purposes of the sound pressure within the chamber, a measurement microphone M_c is tightly mounted into an extra hole in the baffle. The distance between the measurement microphone and the nine holes shall be at least 30 mm.

NOTE The smoothness of the holes in the baffle influences the measurement results. Careful polishing leads to a better suppression of artefacts.

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

The microphone under test is positioned 10 cm on axis from the central hole.

The mounting equipment shall have negligible influence on the sound field and produce only negligible acoustic artefacts. With an adequate filter, frequencies below 5 Hz are cut off. The output is then measured as an RMS value using an A-weighting filter.

For validation that the signal at the microphone output is generated by the airflow, the microphone is mounted 50 mm off-axis. In this case, the signal shall be at least 10 dB lower than on axis.

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 reference of 20 µPa.

20 Electromagnetic compatibility (EMC)

20.1 Regulatory requirements

Regulatory requirements are not within the scope of this document and vary in different parts of the world. Table 2 gives examples of relevant regulations and standards.

Table 2 – 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 3 gives a list of the electromagnetic disturbances likely to affect microphones and the relevant IEC EMC Basic standards, with methods of test and notes on their application to microphones.

Table 3 – 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 electromagnetic disturbance 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 3 owing 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 35:2016, Table 1, table clause 1.2, 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.

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 DC power supply

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

IEC 61000-4-17 may be used as a reference. Test results shall be stated in terms of maximum DC power supply ripple in the frequency range 50 Hz to 180 Hz, as a percentage of the DC 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 AC power port, the AC 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 3 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 document 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 4 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 C.

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 4 – 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	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

Clause	Subclause	A ^a	B ^b
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
20	Table 3: 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° to 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 that shall be marked by the manufacturer on the microphone. R means 'Recommended'.			
^b B is the data that 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 that 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° to 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 not directly measured but 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

The noise-cancelling index is measured as the ratio of the output voltage produced by sound waves emanating from a specified source (artificial mouth) to the output voltage produced by a diffuse sound field having the same frequency or frequency band and the same RMS sound pressure. The sound source is placed at a stated distance from the microphone, with a stated orientation with respect to the reference axis of the microphone. The index is expressed in decibels. 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 cannot be directly measured but 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

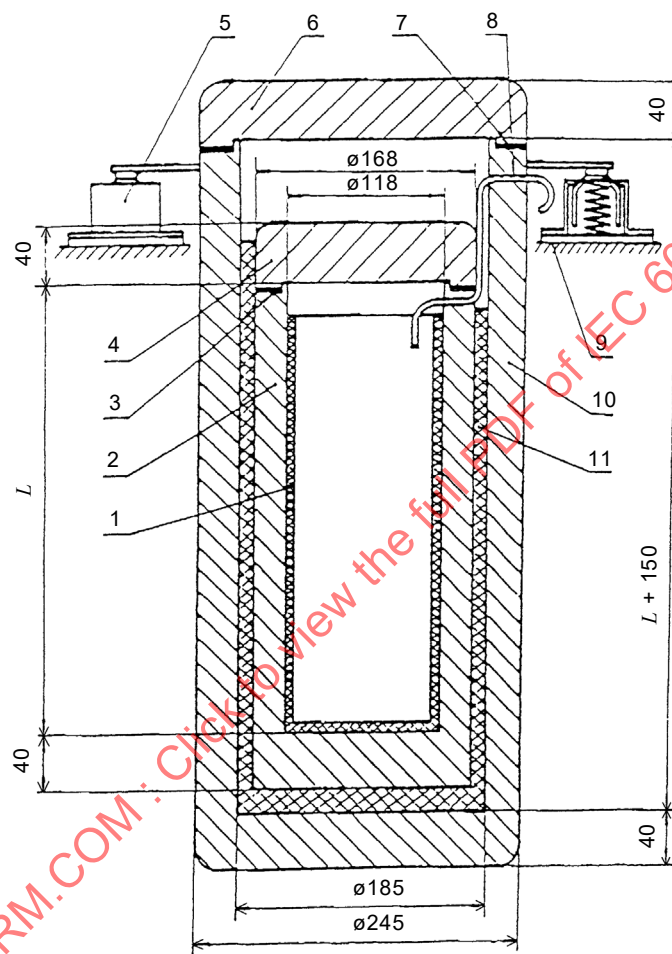
The angle can be derived from directional response plots for left and right output, using the same zero reference direction. This can require the use of an MS to XY converter. The angle varies with frequency, so should be stated for several preferred frequencies.

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.

Dimensions in millimetres



IEC

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)

Recommendations for professional digital microphones

C.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 C.1. New clauses are introduced in Table C.2. Further information can be found in the literature (see Bibliography).

C.2 Data sheets for digital microphones

Signal levels shall 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 C.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 shall 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 shall be stated.

Clause	Subclause	Classification
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 shall be stated.
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 shall 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.

Clause	Subclause	Classification
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 shall be stated.

Table C.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.
--	---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-4:2018

Annex D (informative)

Recommended method for measuring noise levels according to ITU-R BS.468-4 in the digital domain

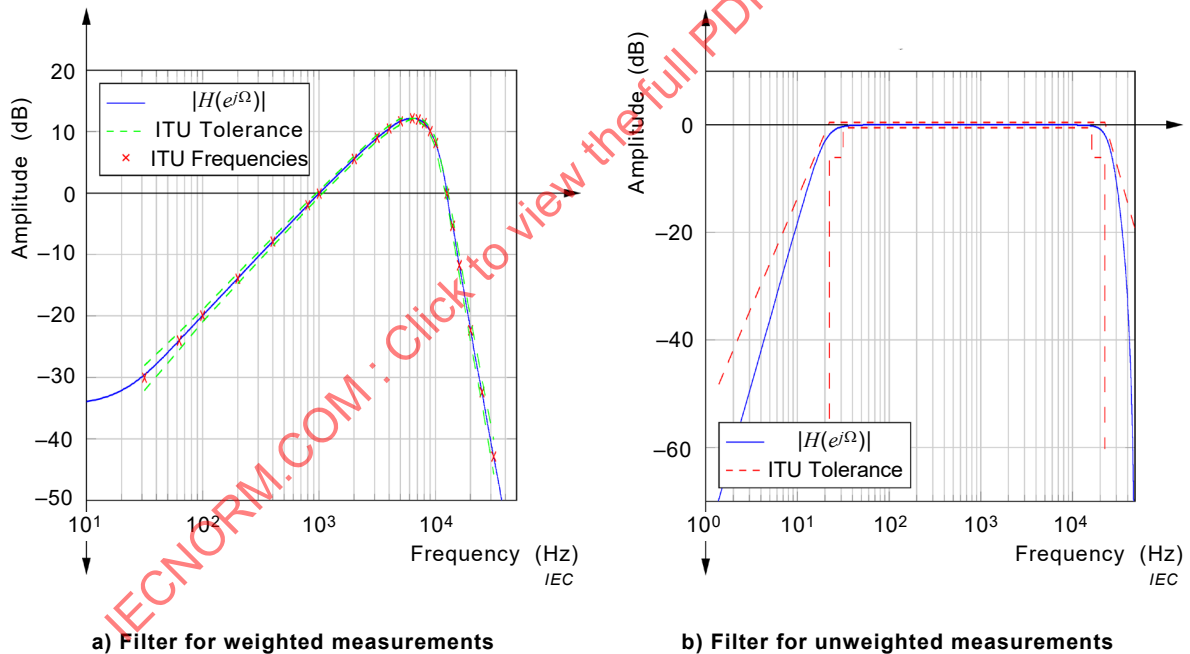
D.1 General

This annex describes a method to measure quasi-peak noise in accordance with ITU-R BS.468-4 in the digital domain.

D.2 Recommended method

The recommended method works in the time domain. The filters for the weighted and unweighted measurements are shown in Figure D.1. The frequency response for the weighted measurements is implemented with an FIR filter, using the frequency sampling method. The frequency points are defined in ITU-R BS.468.

The filter for the unweighted measurements is implemented with two 3rd order IIR Butterworth filters.



The left graph shows the CCIR-1k curve.

Figure D.1 – ITU weighting filter for weighted and unweighted measurements

To achieve a quasi-peak measurement, a series of two peak value rectifiers (PVR) with specific time constants have to be used. The PVR system is shown in Figure D.2. The PVR system can be split in two states with the difference equations given in the two following equations.

$$x_p(n) = (1 - AT) \cdot x_p(n-1) + AT \cdot |x(n)|$$

$$x_p(n) = (1 - RT) \cdot x_p(n-1)$$

The time constants AT and RT can be calculated using

$$AT = 1 - \exp\left(-\frac{2,2 \cdot T_A}{t_A}\right)$$

$$RT = 1 - \exp\left(-\frac{2,2 \cdot T_A}{t_R}\right)$$

where

T_A is the sampling interval;

t is the desired attack or release time in seconds.

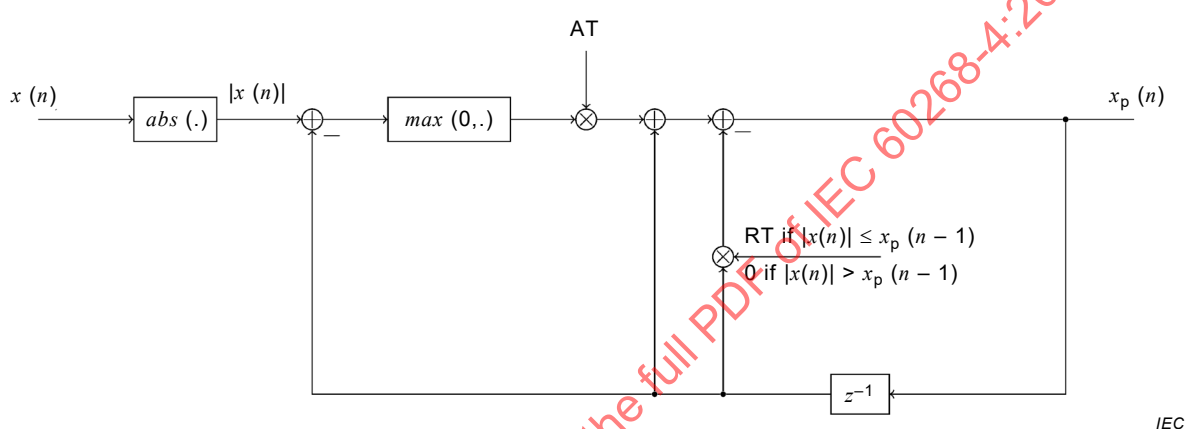


Figure D.2 – Peak value rectifier scheme

The time constants for the two PVRs are given in Table D.1.

Table D.1 – Time constants for the two PVRs

	PVR1	PVR2
t_A	3,4 ms	375 ms
t_R	872 ms	1 000 ms

PVR1 has to be calculated first. The output of PVR1 is then applied to PVR2. The output of PVR2 is the desired quasi-peak value.

D.3 Matlab¹ code

The following Matlab code shows a reference implementation of the recommended method.

¹ MATLAB ® is a trademark of the MathWorks, INC. The detail is available at <http://www.mathworks.com>. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by [ISO or IEC] of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

```

function res = qpeak(x,fs,varargin)
% Calculates quasi peak response with ccir-1k filtering
%
% The function takes an audio signal x with the sampling rate fs and
% returns the quasi peak response of this signal with a ccir-1k
weighting
% filter or the unweighted filter according ITU-R BS.468-4.
% The minimum fs for this function is 88.2kHz because of the
% CCIR-1k filter specifications.
% If fs < 88.2kHz x is resampled to double fs
%
% x: Input Signal
% fs: Sampling frequency of x
% ftype (opt): Choose the weighting filter. 'uw' for unweighted
% measurement. Defaults to weighted measurement.
% res: Returns a vector with quasi peak values
%
% H. Riekehof 28.11.2016, SCHOEPS Mikrofone

if fs < 88200
    x = resample(x,2,1);
    fs = 2*fs;
end

ftype = 'w'; % Default setting is set to weighted measurement

if nargin > 3
    error('Too many input arguments');
elseif nargin > 2
    ftype = varargin{1};
end

%% CCIR-1k weighting filter design for "weighted" measurements

fny = fs/2;

% FIR-Design
ccir_freq = [0 31.5 63 100 200 400 800 1000 2000 3150 4000 5000 6300
7100 8000 9000 10000 12500 14000 16000 20000 25000 31500 fny];
ccir_ampl = 10.^( [-29.9 -23.9 -19.8 -13.8 -7.8 -1.9 0 5.6 9 10.5 11.7
12.2 12 11.4 10.1 8.1 0 -5.3 -11.7 -22.2 -32.2 -42.7]./20);
ccir_ampl = [0 ccir_ampl 0];

n = 0:length(ccir_ampl)-1;
nq = 0:0.01:length(ccir_ampl)-1;
ccir_ampli = interp1(n,ccir_ampl,nq,'spline');
fq = 0:0.01:length(ccir_freq)-1;
ccir_freqi = interp1(n,ccir_freq,fq,'spline');

n = 3000;
ccir_freqi = ccir_freqi / fny;
h = fir2(n,ccir_freqi,ccir_ampli,2^16);

%% 3rd order butterworth filter for "unweighted" measurements

Wn = 20 / fny;
[b_high,a_high] = butter(3,Wn,'high'); % 3rd order butterworth
highpass

Wn = 24000 / fny;
[b_low,a_low] = butter(3,Wn,'low'); % 3rd order butterworth lowpass

%% Calculate quasi peak level

```

```

% Optimized time constants by Mr. Ritter from Sennheiser
ta1= 3.4e-3;
tr1= 872e-3;
ta2= 375e-3;
tr2= 1;

% Apply weighting filter
if strcmp(ftype, 'uw')
    xx = filter(b_high,a_high,x);
    x_flt = filter(b_low,a_low,xx);
else
    x_flt = fftfilt(h,x);
end

% Two PVRs in series to obtain quasi peak values
p1 = pvr(x_flt,ta1,tr1,fs);
res = pvr(p1,ta2,tr2,fs);

end

function [ y ] = pvr(x,ta,tr,fs)
% #####
% Linear peak value rectifier.
%
% Input variabels
%   x: Inputsignal
%   ta: Attacktime
%   tr: Releasetime
%   fs: Samplingfrequency
%
%   SCHOEPS Mikrofone
%   H. Riekehof 15.6.2014
%
% #####

AT = 1 - exp(-2.2/(ta*fs));
RT = 1 - exp(-2.2/(tr*fs));

% State memory
s1=0;
y=zeros(length(x),1);

for k=1:length(x),
    xR = abs(x(k));
    flag=(xR>s1);
    if (flag) % Attack-Phase
        y(k)=AT*xR+(1-AT)*s1;
    else % Release-Phase
        y(k)=(1-RT)*s1;
    end;
    s1=y(k);
end

end

```

Bibliography

CISPR 22:2008, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

IEC 60065:2014, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 60958-4:2016, *Digital audio interface – Part 4: Professional applications*

IEC 61000-3-2:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *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 61000-3-3:2013/AMD1:2017

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

IEC 61672-1:2013, *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

ITU: ITU-R BS.468-4: *Measurement of audio-frequency noise voltage level in sound broadcast*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-4:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	60
1 Domaine d'application	62
2 Références normatives	62
3 Termes et définitions	64
4 Conditions générales	64
4.1 Généralités	64
4.2 Conditions de mesure	65
4.2.1 Généralités	65
4.2.2 Conditions assignées	65
5 Conditions particulières	66
5.1 Préconditionnement	66
5.2 Source sonore	66
5.3 Mesure de la pression acoustique	66
5.4 Système de mesure de la tension	67
5.5 Ambiance acoustique	67
5.5.1 Généralités	67
5.5.2 Conditions de champ libre	67
5.5.3 Conditions de champ diffus	69
5.5.4 Microphone couplé à une source sonore par l'intermédiaire d'un coupleur à cavité de faible volume	70
5.6 Méthodes de mesure de la réponse en fréquence	70
5.6.1 Méthodes point par point et par balayage continu de fréquence	70
5.6.2 Méthode d'étalonnage	71
5.7 Précision globale	71
5.8 Présentation graphique des résultats	71
6 Description du type (comportement acoustique)	71
6.1 Principe du transducteur	71
6.2 Type de microphone	71
6.3 Type de caractéristiques de directivité	72
6.4 Application	72
7 Bornes et commandes	72
7.1 Marquage	72
7.2 Connecteurs et valeurs de l'interface électrique	72
8 Point et axe de référence	72
8.1 Point de référence	72
8.2 Axe de référence	73
9 Alimentation assignée	73
9.1 Caractéristiques à spécifier	73
9.2 Méthode de mesure	73
10 Impédance électrique	73
10.1 Impédance interne	73
10.1.1 Caractéristique à spécifier	73
10.1.2 Méthodes de mesure	73
10.2 Impédance assignée	74
10.3 Impédance assignée de charge minimale autorisée	74
11 Efficacité	74

11.1	Généralités	74
11.2	Efficacités en fonction de l'ambiance acoustique.....	75
11.2.1	Efficacité en champ libre.....	75
11.2.2	Efficacité en champ diffus.....	76
11.2.3	Efficacité de proximité et en champ proche.....	76
11.2.4	Efficacité en pression	77
11.3	Efficacité assignée.....	77
12	Réponse.....	77
12.1	Réponse en fréquence.....	77
12.1.1	Caractéristique à spécifier	77
12.1.2	Méthode de mesure	78
12.1.3	Présentation graphique des résultats.....	78
12.2	Plage de fréquences effective	78
12.2.1	Caractéristique à spécifier	78
12.2.2	Méthode de mesure	78
13	Caractéristiques directionnelles	79
13.1	Diagramme directionnel	79
13.1.1	Caractéristique à spécifier	79
13.1.2	Méthodes de mesure	79
13.1.3	Présentation graphique des résultats.....	80
13.2	Indice de directivité.....	80
13.2.1	Caractéristique à spécifier	80
13.2.2	Méthode de mesure	80
14	Non-linéarité d'amplitude.....	81
14.1	Généralités	81
14.2	Distorsion harmonique totale.....	81
14.2.1	Caractéristique à spécifier	81
14.2.2	Méthode de mesure.....	81
14.3	Distorsion harmonique d'ordre n ($n = 2, 3, \dots$)	82
14.3.1	Caractéristique à spécifier	82
14.3.2	Méthode de mesure	82
14.4	Différence de fréquence de distorsion du deuxième ordre	82
14.4.1	Caractéristique à spécifier	82
14.4.2	Méthode de mesure	82
15	Caractéristiques de limitation.....	83
15.1	Pression acoustique de crête maximale admissible assignée.....	83
15.2	Pression acoustique de surcharge	83
15.2.1	Caractéristique à spécifier	83
15.2.2	Méthode de mesure	83
16	Équilibrage	84
16.1	Équilibrage de la sortie du microphone	84
16.2	Équilibrage dans les conditions de fonctionnement	84
17	Niveau de pression acoustique équivalente dû au bruit propre.....	85
17.1	Caractéristique à spécifier	85
17.2	Méthode de mesure	85
18	Conditions ambiantes	86
18.1	Généralités	86
18.2	Plage de pressions	86

18.3	Plage de températures	86
18.4	Plage d'humidités relatives	86
19	Influences externes	86
19.1	Généralités	86
19.1.1	Spécifications et méthodes de mesure	86
19.1.2	Autres influences externes	86
19.2	Pression acoustique équivalente due aux vibrations mécaniques	87
19.2.1	Caractéristique à spécifier	87
19.2.2	Méthode de mesure	87
19.3	Pression acoustique équivalente due au vent	87
19.3.1	Caractéristique à spécifier	87
19.3.2	Méthode de mesure	87
19.4	Pression acoustique équivalente transitoire due à l'effet "pop"	91
19.4.1	Généralités	91
19.4.2	Caractéristique à spécifier	91
19.4.3	Méthode de mesure	92
20	Compatibilité électromagnétique (CEM)	93
20.1	Exigences réglementaires	93
20.2	Exigences de maintien de la qualité des programmes	93
20.3	Critères de performance	94
20.3.1	Critère A	94
20.3.2	Critère B	94
20.4	Essai d'immunité aux perturbations en présence d'un bruit acoustique	95
20.5	Immunité aux perturbations rayonnées modulées en fréquence	95
20.6	Immunité aux champs magnétiques	95
20.7	Immunité aux ondulations sur l'alimentation en courant continu	96
20.8	Champ magnétique permanent	96
20.9	Évaluation et consignation des résultats d'essai	96
21	Caractéristiques physiques	96
21.1	Dimensions	96
21.2	Poids	96
21.3	Câbles et connecteurs	97
22	Classification des caractéristiques à spécifier	97
Annexe A (normative)	Caractéristiques supplémentaires	100
A.1	Efficacité caractéristique pour la parole	100
A.1.1	Caractéristique à spécifier	100
A.1.2	Méthode de mesure	100
A.2	Indice d'efficacité avant-arrière (0° à 180°)	101
A.2.1	Caractéristique à spécifier	101
A.2.2	Méthode de mesure	101
A.3	Indice d'élimination du bruit	101
A.3.1	Caractéristique à spécifier	101
A.3.2	Méthode de mesure	101
A.4	Caractéristiques spéciales pour les microphones stéréophoniques	102
A.4.1	Généralités	102
A.4.2	Angle d'ouverture d'un microphone XY (gauche-droite)	102
A.4.3	Angle d'ouverture	102
Annexe B (informative)	Dispositif d'isolation acoustique	103

Annexe C (informative) Recommandations pour les microphones numériques professionnels	104
C.1 Généralités	104
C.2 Fiches techniques relatives aux microphones numériques	104
Annexe D (informative) Méthode recommandée de mesure des niveaux de bruit selon l'UIT-R BS.468-4 dans le domaine numérique.....	107
D.1 Généralités	107
D.2 Méthode recommandée.....	107
D.3 Code Matlab	108
Bibliographie.....	111
Figure 1 – Équilibrage de la sortie	84
Figure 2 – Équilibrage dans des conditions de fonctionnement	84
Figure 3 – Montage pour la mesure de l'influence du vent.....	88
Figure 4 – Générateurs de vent de type 1 (Figure 4a) et de type 2 (Figure 4b).....	90
Figure 5 – Montage électrique et mécanique pour la mesure de l'effet "pop"	92
Figure B 1 – Dispositif d'isolation acoustique	103
Figure D 1 – Filtre de pondération UIT pour les mesures pondérées et non pondérées	107
Figure D 2 – Schéma du redresseur à valeur de crête.....	108
Tableau 1 – Temps de réverbération de la chambre vide	69
Tableau 2 – Exemples de réglementations et de normes de CEM	93
Tableau 3 – Normes fondamentales de CEM et leur application aux microphones	94
Tableau 4 – Classification des caractéristiques.....	97
Tableau A 1 – Facteur de pondération de la puissance vocale aux fréquences centrales de la bande d'octave	100
Tableau C 1 – Classification des caractéristiques dont la spécification est recommandée	104
Tableau C 2 – Caractéristiques numériques supplémentaires à spécifier	106
Tableau D 1 – Constantes de temps pour les deux PVR	108

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.

La présente version bilingue (2019-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2018-08.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le paragraphe 19.4 relatif à la mesure de l'effet "pop" remplace l'Annexe C;
- b) nouvelle Annexe D pour les mesures du bruit dans le domaine numérique.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/2992/CDV et 100/3109/RVC.

Le rapport de vote 100/3109/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60268, publiées 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 du présent document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-4:2018

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 décrit également les caractéristiques à spécifier par le fabricant.

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 stéréophonique 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 fabricant.

Les principales caractéristiques d'un microphone sont examinées dans les Articles 6 à 21. Des caractéristiques supplémentaires sont étudiées dans l'Annexe A et l'Annexe C.

NOTE Les caractéristiques spécifiées dans le présent document ne décrivent pas la réponse subjective du microphone. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour établir de nouvelles définitions et déterminer des modes opératoires de mesure en vue d'une adoption ultérieure de caractéristiques objectives d'au moins certaines descriptions subjectives utilisées pour décrire les performances d'un microphone.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CISPR 35:2016, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'immunité*

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

IEC 60268-1:1985/AMD1:1988

IEC 60268-1:1985/AMD2:1988

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

IEC 60268-2:1987/AMD1:1991

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

IEC 60268-5:2003, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 5: Haut-parleurs*
IEC 60268-5:2003/AMD1:2007

IEC 60268-11:1987, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Onzième partie: Application des connecteurs pour l'interconnexion des éléments de systèmes électroacoustiques*

IEC 60268-11:1987/AMD1:1989

IEC 60268-11:1987/AMD2:1991

IEC 60268-12:1987, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Douzième partie: Application des connecteurs pour radiodiffusion et usage analogue*

IEC 60268-12:1987/AMD1:1991

IEC 60268-12:1987/AMD2:1994

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*

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

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 sèves*

IEC 61000-4-6:2013, *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 61000-4-16:2015, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la plage de fréquences de 0 Hz à 150 kHz*

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*

61000-4-17:1999/AMD1:2001

61000-4-17:1999/AMD2:2008

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

IEC 61938:2013, *Multimedia systems – Guide to the recommended characteristics of analogue interfaces to achieve interoperability* (disponible en anglais seulement)

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, *Compatibilité électromagnétique et spectre radioélectrique (ERM) – Microphones sans fil dans la bande de fréquences 25 MHz à 3 GHz – Partie 2: Norme européenne (EN) harmonisée couvrant les exigences essentielles de l'article 3, paragraphe 2 de la Directive R&TTE*

3 Termes et définitions

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

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

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

3.1

microphone de champ lointain

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

Note 1 à l'article: Le terme "microphone de champ lointain" décrit une application de microphone (voir 6.4) et non un type de microphone. Un microphone spécifique peut avoir une ou plusieurs applications, mais le terme est utile dans la spécification de la méthode de mesure.

3.2

microphone de champ proche

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

Note 1 à l'article: Le terme "microphone de champ proche" décrit une application de microphone (voir 6.4) et non un type de microphone. Un microphone spécifique peut avoir une ou plusieurs applications, mais le terme est utile dans la spécification de la méthode de mesure.

3.3

microphone de proximité

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

Note 1 à l'article: Le terme "microphone de proximité" décrit une application de microphone (voir 6.4) et non un type de microphone. Un microphone spécifique peut avoir une ou plusieurs applications, mais le terme est utile dans la spécification de la méthode de mesure.

4 Conditions générales

4.1 Généralités

Il est fait référence à l'IEC 60268-1 pour ce qui concerne:

- les unités et le système de mesure;
- les fréquences de mesure;
- les grandeurs à spécifier et la précision requise (voir aussi 5.7);
- le marquage (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 particulières et les spécifications de type;
- la représentation graphique des caractéristiques;
- les échelles pour les représentations graphiques;
- la sécurité des personnes et la prévention contre la propagation du feu;
- la méthode de production d'un champ magnétique alternatif uniforme;
- les bobines d'exploration 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 le présent document sous le titre de "conditions assignées".

Il convient d'effectuer les mesures sur les microphones dans des conditions s'approchant de celles dans lesquelles ils sont prévus pour être utilisés. Trois ensembles de conditions de mesure sont spécifiés dans le présent document: champ libre, champ proche et de proximité. 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, sous réserve que les conditions de mesure soient spécifiées.

Trois assignations servent de base à la formulation de ces concepts:

- l'alimentation assignée (voir 9.1);
- l'impédance assignée (voir 10.2);
- l'efficacité assignée (voir 11.3).

Les assignations ci-dessus doivent être relevées dans les spécifications du fabricant de l'équipement afin d'obtenir des conditions de mesure correctes.

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

Dans le présent document, les méthodes de mesure portent sur l'impédance électrique, l'efficacité, le diagramme directionnel, 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 de proximité 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;
- les microphones de champ lointain doivent être mesurés dans des conditions de champ libre;
- 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 de proximité, le microphone est placé à une distance spécifiée, non supérieure à 25 mm de la bouche artificielle satisfaisant à la Recommandation 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 la Recommandation 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 ou un mode opératoire différent (par exemple microphones-cravates ou de couche limite), 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 commandes éventuelles sont réglées dans la position recommandée par le fabricant;
- 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 réalisées 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 équipement de mesure, et uniquement si une quelconque modification des performances 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 fabricant avant de faire les mesures, afin de permettre aux composants d'atteindre la température stabilisée pour les conditions assignées. Si le fabricant 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 un autre dispositif à 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 pour 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, un filtre à bande étroite peut être utilisé sur les bornes de sortie du microphone, ce qui permet de mesurer la réponse à 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 qui rayonne le son à partir d'une ouverture bien définie répondant aux exigences du champ acoustique, de préférence une seule qui est radialement symétrique par rapport à l'axe de la direction de référence du microphone.

5.3 Mesure de la pression acoustique

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

5.4 Système de mesure de la tension

La tension générée par le microphone lorsqu'il se trouve dans un champ acoustique doit être déterminée en utilisant un voltmètre dont la résistance d'entrée est négligeable pour la charge spécifiée du microphone. Cette charge est égale à cinq fois l'impédance assignée du microphone, sauf indication contraire du fabricant. Si un appareil externe, comme une alimentation électrique, 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 un grand nombre d'entre eux 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 de source sonore spéciaux générés par ordinateur:
 - des ondes sphériques ou
 - des ondes planes ou
 - des 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, elle peut être assimilée 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 produit une onde sphérique dans ces environnements. 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. Des ondes sphériques peuvent être utilisées pour mesurer les microphones à pression, mais des ondes planes presque parfaites doivent être utilisées dans la plage des basses fréquences pour mesurer les microphones à gradient de pression.

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 d'un centre des ondes sphériques divergentes et de l'angle d'incidence θ des ondes au niveau du 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 de gradient de pression;

$k = 2\pi/\lambda$ ou $2\pi f/c$ (λ – longueur d'onde, c – vitesse du son);

$B = 0$ 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 plage des fréquences basses, inférieures à la fréquence de coupure de la chambre anéchoïque, peut toutefois être mieux réalisée dans d'autres conditions.

Les conditions de champ libre sont considérées comme suffisantes dans la région autour du microphone si les conditions suivantes sont réalisées:

- à une distance inférieure à 200 mm à l'avant, derrière, à droite, à gauche, au-dessus et au-dessous de l'emplacement du microphone, le niveau de pression acoustique est mesuré à chaque fréquence utile à l'aide d'un transducteur de 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 correspondants sur l'axe à différentes distances du haut-parleur ne doivent pas différer de plus de 0,5 dB des niveaux calculés dans le champ acoustique idéal;
- les valeurs à une distance approximativement constante de la source sonore, à droite, à gauche, au-dessus et au-dessous du microphone, ne doivent pas différer de plus de 1 dB par rapport au niveau au point de référence du microphone.

5.5.2.2 Ondes sphériques

La pression acoustique générée en champ libre par une source sonore omnidirectionnelle varie inversement avec la distance du centre acoustique de la source.

La tension de sortie du microphone varie inversement avec 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

Une onde progressive plane peut être obtenue 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 est susceptible d'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 la mesure des microphones de type "canon" et des microphones à zone de pression, 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, la distance de mesure utilisée doit 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'ajouter des extensions au montage de mesure, tel qu'un simulateur de tête et de torse lors de la mesure de microphones de proximité 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. Dans ces cas, des bandes de bruit ayant une largeur d'un tiers d'octave ou des signaux à large bande avec un filtrage approprié doivent être utilisés.

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 dans le 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 kHz	2 000 Hz	4 000 Hz

L'équation suivante peut être utilisée pour la détermination de la fréquence limite inférieure:

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

où

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

f est la fréquence, en hertz.

La zone de mesure doit être choisie à une distance de la source telle que le son direct émanant de la source est négligeable.

Si une source omnidirectionnelle est utilisée, la distance minimale r (en mètres) de la source aux points de mesure est donnée par l'expression:

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

où

V est le volume de la chambre, 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 par l'intermédiaire d'un coupleur à cavité de faible volume

Pour déterminer l'efficacité en pression d'un microphone, une cavité rigide est utilisée pour coupler 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 plage de fréquences où les dimensions linéaires de la cavité sont inférieures à un dixième de la longueur d'onde. Aux fréquences basses, des précautions doivent être prises pour éliminer les fuites d'air.

5.6 Méthodes de mesure 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

Des précautions particulières doivent être prises pour garantir l'exploration de tous les pics et creux de la courbe de réponse en fréquence. Il convient d'indiquer clairement les points de mesure sur le graphique.

b) Méthode par balayage continu des fréquences

La plage de fréquences doit être balayée suffisamment lentement pour garantir que la courbe résultante ne s'écarte pas de ce qui aurait été obtenu en régime permanent. Un arrêt du tracé à un instant quelconque ne doit pas entraîner une variation supérieure à ± 1 dB de la réponse indiquée.

L'appareillage complémentaire suivant peut être utilisé:

- un équipement capable de maintenir automatiquement le niveau de pression acoustique voulu dans la plage de fréquences considérée;
- un enregistreur automatique de niveau comme indicateur de sortie.

c) Signaux spéciaux générés par ordinateur et modes opératoires informatisés

Des algorithmes informatiques sont disponibles pour produire des signaux et pour évaluer les réponses dans les domaines temporel et fréquentiel. Certains d'entre eux ne sont que des modes opératoires numériques qui remplacent 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 modes opératoires spécifiés existants sont remplacés par des nouveaux pour l'évaluation de la même caractéristique, l'utilisateur doit s'assurer que le résultat est au moins aussi précis qu'avec les anciens modes opératoires. Bien que la

normalisation de nouvelles techniques soit envisagée une fois que les considérations de base du contexte et leur rapport avec les propriétés connues auront été déterminés, 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 existe deux méthodes pour effectuer l'étalonnage.

a) Méthode par substitution

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

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 étalonner et le microphone étalon utilisé pour mesurer la pression acoustique voulue sont placés simultanément en deux points différents qui ne sont normalement pas très éloignés. Des précautions doivent être prises pour 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 présumé lorsque

- les pressions acoustiques mesurées à l'aide d'un microphone étalonné en deux points différents dans le champ acoustique libre, correspondent avec une tolérance de ± 1 dB, et
- la distance entre les microphones est suffisamment grande pour que la pression acoustique au niveau de chacun des points des deux microphones soit modifiée de moins de ± 1 dB par la présence de l'autre microphone à l'autre point.

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

La présentation graphique des résultats de mesure doit être conforme aux dispositions de l'IEC 60268-1.

6 Description du type (comportement acoustique)

6.1 Principe du transducteur

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

6.2 Type de microphone

Le fabricant doit spécifier le type de microphone, par exemple microphone à pression, microphone à gradient de pression (avec réseau déphaseur acoustique, le cas échéant), ou microphone combiné à pression et à gradient de pression, ou microphone à vitesse.

6.3 Type de caractéristiques de directivité

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

6.4 Application

Le fabricant doit spécifier la ou les applications prévues du microphone pour indiquer l'utilisation principale à laquelle il est destiné, par exemple en champ lointain, en champ proche ou à proximité.

- Les microphones de champ lointain sont destinés à être utilisés et sont mesurés dans des conditions correspondant approximativement à celles d'une onde progressive plane.
- Les microphones de champ proche sont généralement tenus à la main par l'utilisateur et sont mesurés en utilisant comme source sonore une bouche artificielle à une distance de 30 cm.
- Les microphones de proximité 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 applications (par exemple pour des microphones de couche limite ou à contact corporel/microphones-cravates) peuvent être utilisées si les détails sont fournis pour la mesure et les spécifications.

7 Bornes et commandes

7.1 Marquage

Les recommandations concernant le marquage des bornes et des commandes 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.

La polarité doit être indiquée par un repère, de préférence un point de couleur ou un numéro de broche de connecteur indiqué dans le manuel d'utilisation, au niveau de la borne de sortie à 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 au niveau de l'entrée principale, 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 marquage 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 de l'interface électrique

Les connecteurs et leur câblage 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, le fabricant doit désigner l'entrée acoustique principale, même pour un microphone bidirectionnel.

8.2 Axe de référence

L'axe de référence est une ligne qui passe par le point de référence et indique la direction recommandée de l'incidence du son spécifiée par le fabricant. Le microphone doit être conçu de telle sorte que la direction recommandée de l'incidence du son soit évidente pour l'utilisateur.

Il convient de préférence que l'axe de référence 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 fabricant pour chaque accès d'interface du microphone à connecter au dispositif d'alimentation et pour chaque position de l'adaptateur d'alimentation éventuellement présent:

- 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 suivante.

- 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 celle d'un réseau simple, les valeurs des composants du réseau peuvent être indiquées. 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 dans 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 la tension entre ses bornes est mesurée.

Le microphone est ensuite remplacé par une résistance connue et le mode opératoire est répété. La comparaison des deux valeurs donne directement le module de l'impédance.

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'hypothèse souvent adoptée est que l'impédance interne des microphones est résistive et que l'impédance de charge est 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 également être calculée à partir des tensions de sortie obtenues dans trois conditions de charge différentes. D'une manière générale, ce mode opératoire exige un appareil de mesure très précis.

Si l'impédance interne correspond approximativement à une résistance pure, le mode opératoire simple ci-après peut être appliqué pour obtenir des résultats approximatifs, lesquels sont suffisamment précis dans la pratique courante:

- le microphone fonctionne dans les conditions assignées;
- une pression acoustique est appliquée au microphone et l'impédance est déduite 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 lors de l'application d'une 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 du présent document et 9.1 de l'IEC 61938:2013) et il convient de ne pas les utiliser avec des charges inférieures à l'impédance de charge minimale autorisée.

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

10.3 Impédance assignée de charge minimale autorisée

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

NOTE L'impédance de charge minimale 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 exposé.

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 1 Normalement le rapport donne une valeur complexe, mais seules les amplitudes (avec un signal sinusoïdal) sont généralement prises en considération.

NOTE 2 Pour des raisons pratiques, les valeurs de l'efficacité sont typiquement exprimées en mV/Pa.

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 $M_r = 1$ 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 de proximité et efficacité en champ proche (voir 11.2.3) relatives 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, s'il y a lieu, soit à des fréquences spécifiées, soit dans une bande de fréquences spécifiée, soit 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 système 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 du son spécifiée par rapport à l'axe de référence.

Sauf spécification contraire, le champ libre non perturbé doit être 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. Un étalonnage en champ libre du microphone étalon utilisé pour mesurer la pression acoustique est exigé. 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, sous réserve que les effets de diffraction dans le champ peuvent être négligés. C'est le cas lorsque les dimensions latérales du microphone sont petites 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). Aux fréquences très basses, l'efficacité en champ libre et l'efficacité en pression peuvent être différentes en raison de l'effet d'un orifice d'égalisation en pression. Pour la plage de fréquences plus élevée, il convient que le

microphone soit mesuré dans le champ acoustique pertinent. Si la source sonore utilisée est un haut-parleur en forme de cône dont le diamètre ne dépasse pas 0,3 m, 1 m constitue une distance minimale appropriée pour l'étalonnage en champ libre des microphones omnidirectionnels (uniquement du type à pression) dans la plage des audiofréquences.

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 égale à la valeur efficace des efficacités en champ libre pour toutes les directions d'incidence du son. 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 aléatoirement dans toutes les directions (incidence aléatoire).

Au lieu de l'efficacité en champ diffus, le fabricant peut stipuler 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

L'efficacité en champ diffus peut être obtenue 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 angles d'incidence 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 à toute 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. Un étalonnage en champ diffus du microphone étalon utilisé pour mesurer la pression acoustique est exigé.

11.2.3 Efficacité de proximité et en champ proche

11.2.3.1 Caractéristique à spécifier

Rapport de la tension de sortie à la pression acoustique à une fréquence spécifiée ou dans une bande de fréquences spécifiée dans le champ acoustique non perturbé produit par une source spéciale. 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

Une bouche artificielle est utilisée comme une source sonore (voir 4.2.2). Sauf indication 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 de proximité 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 une distance et/ou une orientation différentes sont utilisées, 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 impérativement être conforme à celle utilisée au laboratoire d'étalonnage. 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 réelle à l'entrée acoustique du microphone, à une fréquence spécifiée ou dans une bande de fréquences spécifiée. Cette définition ne s'applique qu'aux microphones n'ayant qu'une seule entrée acoustique.

L'amplitude et la phase de la pression acoustique doivent être maintenues constantes sur l'entrée acoustique.

11.2.4.2 Méthode de mesure

L'efficacité en pression peut être mesurée dans une petite chambre (coupleur, calibre acoustique). Le calibre produit la pression acoustique à l'aide d'un piston oscillant, par exemple. 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 chambre de pression. L'efficacité en pression peut être obtenue à partir de la tension de sortie du microphone en présence d'une pression acoustique connue dans la chambre.

Les microphones à condensateur omnidirectionnels peuvent être mesurés en excitant la membrane avec un actionneur électrostatique conçu pour être utilisé avec le microphone mesuré. La grille de l'actionneur transporte une tension continue à laquelle est superposée la tension audio d'essai en audiofréquence. En l'absence de la tension continue, le signal de sortie du microphone est au double de la fréquence de la tension d'essai. La méthode de l'actionneur électrostatique ne peut être utilisée que lorsque les résultats présentent une différence de moins de ± 1 dB par rapport à un coupleur ou aux conditions de champ libre. Ceci exige généralement l'utilisation d'une courbe de correction.

11.3 Efficacité assignée

L'efficacité assignée est l'efficacité en champ libre, en champ diffus, de proximité ou en pression spécifiée par le fabricant. 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 sur une bande d'une octave du tracé logarithmique de la courbe de réponse, centrée sur la fréquence de référence normalisée 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 fabricant peut spécifier une efficacité assignée pour 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 d'un signal sinusoïdal et la tension de sortie à une fréquence

spécifiée (ou la tension de sortie moyenne dans une bande de fréquences étroite), à une pression acoustique constante et un angle d'incidence donné.

Sauf indication contraire, les mesures doivent être réalisées 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 que le champ acoustique n'est pas une onde progressive plane, des détails supplémentaires suffisants doivent être spécifiés.

Si le microphone est destiné à des applications en champ proche ou de proximité (voir 6.4), la réponse en fréquence de proximité 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 de proximité ou en champ proche (voir 11.2.3).

Toute autre caractéristique de réponse en fréquence spécifiée dans le présent document peut également être donnée, comme la réponse en pression acoustique ou la réponse en champ diffus. Des réponses en fréquence non spécifiées dans le présent document peuvent également être données pour une ambiance acoustique spécifiée en 5.5, sous réserve que cela n'entraîne aucune confusion.

Les spécifications techniques données par le fabricant doivent inclure la réponse en fréquence sur la plage de fréquences utile (12.2) avec une tolérance garantie par le fabricant, 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 spécifiées aux Articles 4 et 5.

12.1.3 Présentation graphique des résultats

La présentation graphique des résultats de mesures doit être conforme à l'Article 10 de l'IEC 60268-1:1985.

12.2 Plage de fréquences effective

12.2.1 Caractéristique à spécifier

Plage de fréquences sur laquelle la réponse du microphone ne s'écarte pas de plus d'une amplitude spécifiée d'une réponse "idéale" pour l'application concernée.

NOTE La réponse considérée comme "idéale" par le fabricant peut ne pas être constante en fonction de la fréquence. Du point de vue artistique, cela peut même s'appliquer à des microphones de très haute qualité. Pour les microphones destinés uniquement 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 exigée spécifiée, la plage de fréquences effective est obtenue à partir de la courbe mentionnée en 12.1.1.

13 Caractéristiques directionnelles

13.1 Diagramme directionnel

13.1.1 Caractéristique à spécifier

Courbe représentant le niveau d'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 courbes directionnelles doivent être fournies pour un nombre de fréquences ou de bandes de fréquences suffisamment grand pour représenter de manière adéquate la dépendance à la fréquence du diagramme directionnel. Les bandes de fréquences doivent être les bandes préférentielles d'octave ou de tiers d'octave spécifiées dans l'IEC 61260-1.

NOTE Il est souvent utile de spécifier, en plus, le rapport 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 lors de la mesure des caractéristiques directionnelles d'un microphone fortement directionnel en chambre anéchoïque. Les réflexions inévitables sur les parois de la chambre peuvent influencer les résultats, notamment lorsque la tension de sortie du microphone est mesurée pour un angle d'incidence du son pour lequel l'efficacité est faible.

NOTE En vue d'obtenir des résultats corrects pour les microphones de grandes dimensions, il peut s'avérer 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) variation continue ou par paliers de l'angle θ d'incidence du son, mesuré par rapport à l'axe de référence du microphone, y compris l'angle nul. Dans la méthode par paliers, la variation de l'angle d'incidence du son s'effectue par des paliers suffisamment petits pour que la différence de niveau mesurée entre deux paliers soit inférieure à 3 dB;
- 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 à l'angle θ et l'efficacité à l'angle nul 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 centrales 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 les mesures des 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 en 8). Les courbes polaires de directivité doivent être tracées conformément à l'IEC 60268-1. L'origine de la caractéristique polaire du diagramme directionnel doit être le point de référence du microphone. Sauf spécification contraire, l'axe de référence du microphone doit correspondre à la direction zéro degré des diagrammes polaires.

b) Caractéristique de fréquence directionnelle

- 1) le microphone fonctionne dans les conditions assignées;
- 2) l'angle d'incidence du son, 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 aux divers angles d'incidence θ par rapport à l'axe de référence;
- 7) à partir de ces courbes, il est possible de dériver le rapport entre l'efficacité du microphone à l'angle θ et l'efficacité à l'angle zéro pour une fréquence spécifique (diagramme polaire (voir 13.1.2 a))).

13.1.3 Présentation graphique des résultats

La présentation graphique des résultats de mesure doit être 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 ayant la même fréquence ou bande de fréquences et la même pression acoustique en valeur 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 spécifiée en 11.2.1;

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

14 Non-linéarité d'amplitude

14.1 Généralités

Une explication générale de la non-linéarité d'amplitude est présentée dans l'IEC 60268-2. Les caractéristiques à spécifier et les méthodes de mesure pour différents types de non-linéarité d'amplitude pouvant s'avérer importantes pour les microphones peuvent être trouvées aux 14.2 à 14.4. Il convient que la non-linéarité du champ acoustique soit négligeable. La mesure de microphones à forte linéarité peut exiger des dispositions spéciales pour obtenir une faible distorsion au niveau de pression acoustique élevé nécessaire. 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, entre la somme en valeur efficace des composantes de tension harmonique dans la tension de sortie et 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 par rapport à la non-linéarité du microphone, d'autres caractéristiques, par exemple la différence de fréquence de distorsion (voir 14.4), doivent être utilisées.

14.2.2 Méthode de mesure

Les conditions correspondantes spécifiées 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 qui élimine la fréquence fondamentale, est relié à la sortie du microphone soumis à l'essai. Le dispositif de mesure doit indiquer la valeur efficace vraie des résidus d'harmonique.

La tension de chaque harmonique séparée U_{nf} est mesurée.

La tension totale U_t comprenant la fréquence fondamentale, est mesurée à l'aide d'un voltmètre en valeur efficace à 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 du microphone lui-même (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 correspondantes spécifiées 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 qui élimine la fréquence fondamentale, est relié à la sortie du microphone soumis à l'essai. Le dispositif de mesure doit indiquer la valeur efficace vraie des résidus d'harmonique.

La tension des harmoniques séparées U_{nf} est mesurée.

La tension totale U_t , comprenant la fréquence fondamentale, est mesurée à l'aide d'un voltmètre en valeur 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 du microphone lui-même (voir 14.2.1).

14.4 Différence de fréquence de distorsion du deuxième ordre

14.4.1 Caractéristique à spécifier

Rapport entre le signal de fréquence $f_d = 80$ Hz à la 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, sélectionné avec un filtre sélectif approprié, et la tension du signal à l'entrée du filtre sélectif (voir 7.2 de l'IEC 60268-2:1987).

14.4.2 Méthode de mesure

Les mesures sont réalisées 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 pression acoustique produits 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

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

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 à la 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 à la 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 produire les niveaux de pression acoustique exigés au niveau du microphone.

15 Caractéristiques de limitation

15.1 Pression acoustique de crête maximale admissible assignée

Pression acoustique maximale instantanée d'une onde plane, spécifiée par le fabricant, qu'un microphone peut supporter, sans modification permanente de ses caractéristiques de fonctionnement pour toute direction d'incidence du son.

NOTE Cette caractéristique contient le terme "assigné", car elle est spécifiée par le fabricant comme résultant d'une série d'essais et ne peut pas être mesurée avec fiabilité sur un échantillon (voir IEC 60268-2).

15.2 Pression acoustique de surcharge

15.2.1 Caractéristique à spécifier

Pression acoustique maximale d'une onde plane à laquelle la non-linéarité d'amplitude du microphone ne dépasse pas une limite spécifiée, pour toute fréquence comprise dans la plage de fréquences effective et pour toute direction d'incidence du son. 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, de nombreuses fiches techniques mentionnent toutefois des valeurs de 0,5 % ou de 1 % pour la différence de fréquence de distorsion (14.2.2).

15.2.2 Méthode de mesure

Le microphone est mis dans les conditions assignées et la pression acoustique de surcharge est alors mesurée pour différents angles d'incidence du son en augmentant la pression acoustique d'un son sinusoïdal pur jusqu'à ce que la distorsion à la sortie du microphone atteigne une valeur spécifiée. La pression acoustique doit être indiquée pour l'angle d'incidence auquel se produit la distorsion maximale.

NOTE Les non-linéarités des sources sonores et de l'air peuvent limiter le mode opératoire. Les mesures de la différence de fréquence telles que spécifiées en 14.4.2 permettent au moins de réduire le plus possible l'influence des non-linéarités des haut-parleurs.

16 Équilibrage

16.1 Équilibrage de la sortie du microphone

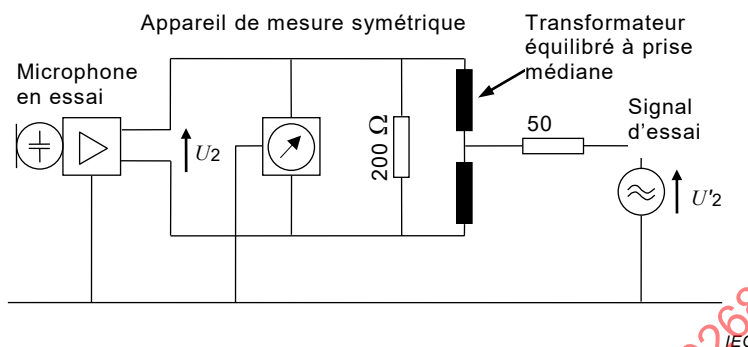


Figure 1 – Équilibrage de la sortie

La Figure 1 représente le montage de mesure figurant dans l'IEC 60268-2. Il est également fait référence au 14.15 de l'IEC 60268-3:2013. Toutes les exigences relatives à l'équilibrage de la source et de l'appareil de mesure sont également valables pour les mesures des microphones. La résistance de charge doit avoir une valeur de 200 Ω. L'impédance de la source du signal d'essai U'_2 doit être de 50 Ω. L'équilibrage du dispositif de mesure lui-même doit être soumis à l'essai sans le microphone en remplaçant ce dernier par une résistance de 200 Ω. L'"équilibrage" b , en décibels, est calculé par

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

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

16.2 Équilibrage dans les conditions de fonctionnement

Le mode opératoire spécifié en 16.1 ne couvre pas les interférences captées par le câble de sortie. La tension U_2 correspondante peut être mesurée par une modification du montage de mesure selon la

Figure 1 (voir Figure 2).

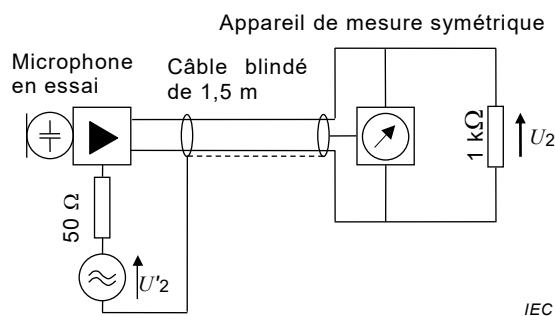


Figure 2 – Équilibrage dans des conditions de fonctionnement

En vue d'obtenir des conditions d'essai comparables pour différentes conceptions mécaniques de microphones, l'essai doit être réalisé en incluant 1,5 m de câble de bonne qualité et une charge de sortie de 1 k Ω .

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

Pour la mesure, le blindage du câble est débranché au niveau de la sortie du microphone et la tension d'essai est appliquée. Le rapport de la tension résultante au niveau de l'appareil de mesure équilibré à la source d'interférences est calculé conformément à 16.1.

17 Niveau de pression acoustique équivalente dû au bruit propre

17.1 Caractéristique à spécifier

Niveau de pression acoustique externe 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 externe doit être la même que pour 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 est fait référence à des conditions en champ libre et à un angle d'incidence du son égal à zéro.

17.2 Méthode de mesure

Pour effectuer les mesures, procéder de la manière suivante.

- a) Lors de la mesure du bruit électrique propre, le microphone doit être isolé contre les sons, le vent, les chocs, les vibrations ainsi que les champs magnétiques ou électriques externes. Le microphone doit toutefois se trouver 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 d'usage 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 soit dominant et il est inutile de corriger la mesure en raison du bruit de l'amplificateur.

- b) La tension de sortie pondérée du microphone due au bruit propre est mesurée en utilisant les mesures pondérées spécifiées dans l'IEC 60268-1:1985. Les mesures psophométriques de quasi-crête selon 6.2.2 de l'IEC 60268-1:1985 doivent être incluses. Il est vivement recommandé d'inclure également les mesures du bruit en valeur efficace pondérées A, conformément à 6.2.1 de l'IEC 60268-1:1985, et les mesures de bruit en valeur efficace non pondérées au 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 sorte que le résultat souhaité soit augmenté de moins de 10 % par le bruit interne de l'équipement de mesure et de tout 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 est le rapport, exprimé en décibels, entre la pression acoustique équivalente et la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

18 Conditions ambiantes

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 fabricant.

18.2 Plage de pressions

Plage de pressions ambiantes sur laquelle les caractéristiques du microphone ne varient pas de plus de ± 2 dB. Lorsque le fabricant indique que le microphone convient à des applications dans lesquelles se produisent des variations importantes de la pression ambiante (par exemple un système de sonorisation aéroporté), le taux de variation maximal admissible de la pression doit alors également être spécifié.

18.3 Plage de températures

Plage de températures sur laquelle les caractéristiques du microphone ne varient pas de plus de ± 2 dB.

18.4 Plage d'humidités relatives

Plage d'humidités relatives sur laquelle les caractéristiques du microphone ne varient pas de plus de ± 2 dB.

19 Influences externes

19.1 Généralités

19.1.1 Spécifications et méthodes de mesure

Les microphones sont soumis à de nombreuses formes d'influences externes qu'il peut être, dans certains cas, très important d'exclure ou de limiter. Toutefois, du fait que les influences externes peuvent donner lieu à des interférences très complexes en raison d'effets non linéaires, aucune méthode de mesure valable d'une manière générale ne peut être donnée pour les évaluer toutes. Le cas particulier des influences externes, appelé compatibilité électromagnétique, est traité dans 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 influences externes 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 fournir des recommandations utiles.

19.1.2 Autres influences externes

Pour toutes les influences externes autres que celles mentionnées dans le présent document, 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 due à la vibration mécanique, en l'absence de champ acoustique, pour une vibration mécanique spécifiée par la valeur efficace de l'accélération, la fréquence et la direction. La pression acoustique équivalente doit être indiquée pour la direction de vibration à laquelle se manifeste l'influence maximale. Les directions correspondant à l'influence maximale et minimale doivent toutes deux être indiquées.

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

19.2.2 Méthode de mesure

Pour effectuer les mesures, procéder de la manière suivante.

- Le microphone est connecté dans les conditions assignées et dans un environnement où le signal de fond est suffisamment faible.
- Une vibration mécanique ayant une accélération en valeur efficace spécifiée ainsi qu'une fréquence ou une bande de fréquence spécifiée est appliquée. La direction de la vibration doit être telle que la tension de sortie maximale est obtenue.
- La tension de sortie efficace U'_2 et l'accélération efficace sont mesurées.
- La pression acoustique équivalente est calculée à partir de U'_2 et de l'efficacité assignée. L'accélération et la direction de la vibration doivent être spécifiées.
- Un essai est effectué pour obtenir la direction de vibration correspondant à l'influence minimale. Cette direction est également spécifiée.
- La mesure est effectuée de préférence avec une fréquence glissante jusqu'à 250 Hz.
- S'il existe une relation linéaire entre la pression acoustique équivalente et l'accélération, le facteur de transmission peut être spécifié. Dans les cas de forte dépendance à la fréquence, des valeurs supplémentaires ou même la caractéristique complète peuvent être données.

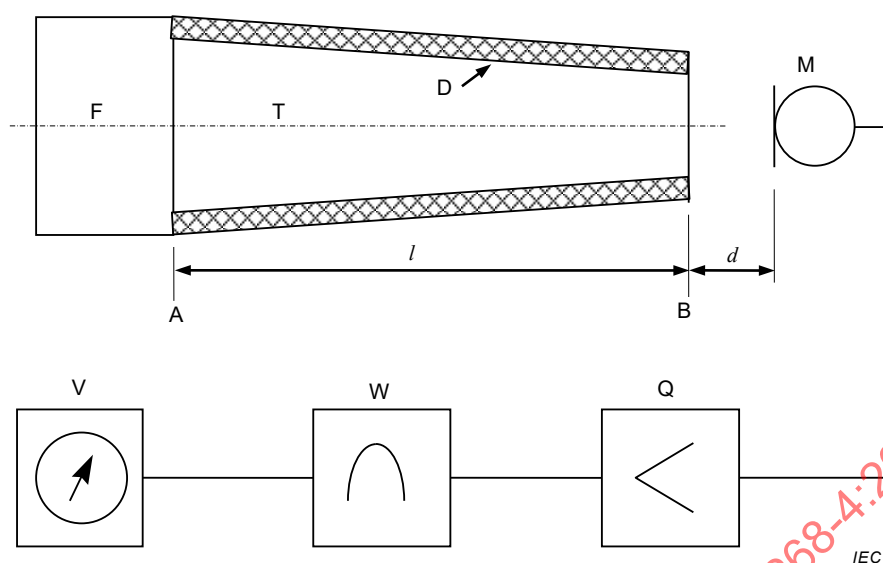
19.3 Pression acoustique équivalente due au vent

19.3.1 Caractéristique à spécifier

Pression acoustique équivalente due au vent en l'absence d'un champ acoustique, pour un vent spécifié par sa vitesse et sa direction. La pression acoustique équivalente doit être indiquée pour la direction du vent à laquelle se produit l'influence maximale. Les directions correspondant à l'influence maximale et minimale doivent toutes deux être indiquées. Outre le niveau en large bande pondéré, le niveau de pression acoustique équivalente peut également être indiqué pour les bandes d'octave ou de tiers d'octave dans la plage de fréquences effective 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 dû au vent sont sujettes à d'importantes variations si le flux d'air est turbulent à la source ou qu'il développe des turbulences 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 naturelles. Il est cependant encore difficile de mesurer la nature du vent généré et de le décrire avec suffisamment de précision. En conséquence, à ce jour, il est préférable de spécifier le générateur par ses caractéristiques mécaniques.



Légende

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

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

Deux solutions différentes ont été étudiées, un dispositif court avec un ventilateur radial et 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. Des expériences similaires avec le deuxième ne sont pas encore connues. Des mesures comparatives entre la première installation et les autres générateurs ont révélé que des différences importantes doivent être attendues. En conséquence, les valeurs publiées pour la sensibilité au vent doivent également indiquer la machine qui a été utilisée: 1 ou 2.

Un schéma fonctionnel du montage de 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 facultativement en tant que valeur de bande d'octave ou de bande de tiers d'octave. Les microphones équipés d'écrans antivent amovibles doivent être mesurés avec et sans écran.

Les deux machines différentes servant à générer le flux d'air sont représentées à la Figure 4. La surface intérieure du tunnel est construite de façon à produire 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 d'une masse volumique de 55 kg/m³ et de 2,5 cm d'épaisseur, ou d'un matériau similaire. À la vitesse nécessaire, les ventilateurs

produisent un bruit acoustique négligeable. La distance de mesure de 25 cm a été choisie pour obtenir un ensemble de turbulences similaire aux conditions de vent naturel.

La nature du bruit dû au vent est telle que des fluctuations de pression, dont les fréquences se situent au-dessous de la plage de fréquences effective (de sorte qu'elles ne sont pas indiquées directement), peuvent engendrer des signaux de 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-4:2018

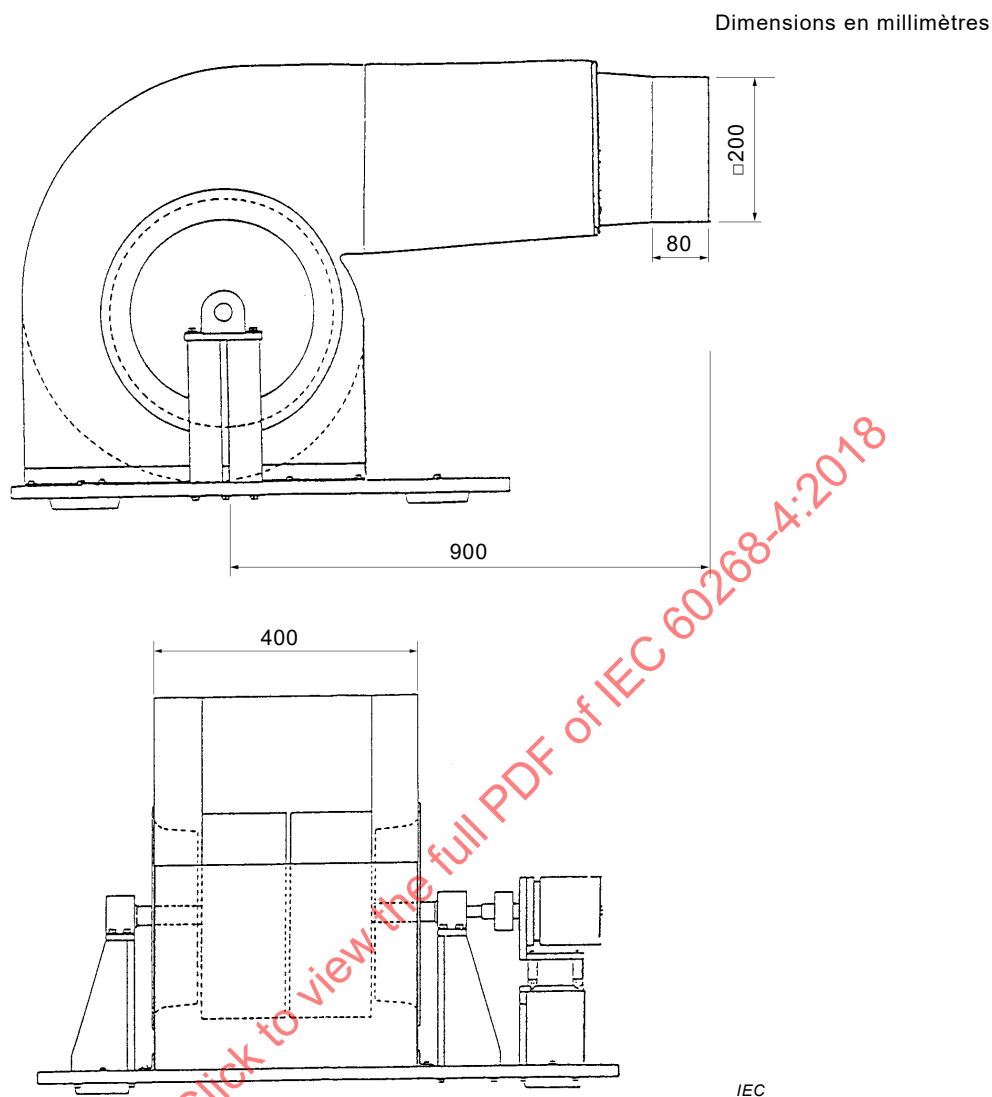


Figure 4a – Générateur de vent avec ventilateur radial (vu de face et en coupe)

Dimensions en millimètres

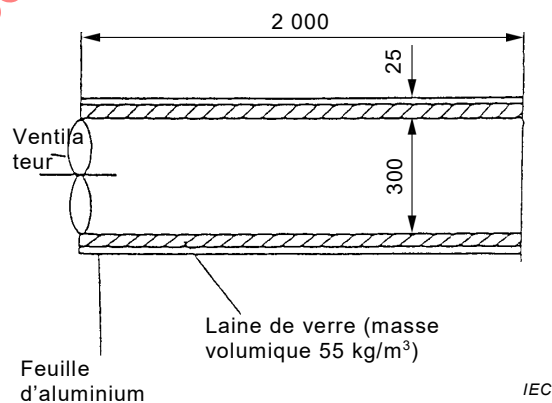


Figure 4b – Générateur de vent avec ventilateur axial

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

Le mode opératoire est indiqué dans les étapes a) à c).

- a) Le microphone est relié à un amplificateur dans les conditions assignées en l'absence de champ acoustique.