

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Microspeakers

Micro-haut-parleurs

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63034:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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



Microspeakers

Micro-haut-parleurs

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.160.50

ISBN 978-2-8322-8312-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviated terms.....	8
4 Conditions of measurement	9
4.1 Rated measuring conditions	9
4.2 Climatic conditions.....	9
4.3 Normal measuring conditions	9
5 Acoustical environment.....	10
5.1 General.....	10
5.2 Free-field conditions	10
5.3 Half-space free-field conditions	10
5.4 Simulated free-field conditions	10
5.5 Half-space simulated free-field conditions	10
6 Mounting of the microspeaker	10
6.1 Mounting and acoustic loading of microspeaker units.....	10
6.2 Mounting and acoustic loading of microspeaker systems	11
6.3 Standard micro-baffle.....	11
6.4 Measuring plane wave tube.....	12
7 Positioning of microspeaker and measuring microphone	13
7.1 Positioning of the microspeaker	13
7.1.1 Rated geometrical condition	13
7.1.2 Reference plane	13
7.1.3 Reference point.....	13
7.1.4 Normal vector.....	13
7.1.5 Polar vector.....	14
7.2 Measuring distance under free-field and half-space free-field conditions.....	14
7.2.1 Far-field condition.....	14
7.2.2 Single microspeaker unit (transducer).....	14
7.2.3 Multi-unit microspeaker systems	14
7.3 Positioning of microspeaker and microphone in simulated free-field and half-space free-field conditions	14
8 Measuring equipment	15
9 Accuracy of the measurement.....	15
9.1 General.....	15
9.2 Unwanted acoustic and electrical noise.....	15
9.3 Accuracy of the mounting.....	15
9.4 Accuracy of the measuring equipment.....	15
9.5 Accuracy of acoustic environment.....	15
10 Marking of terminals and controls	15
10.1 General.....	15
10.2 Positive terminal	16
10.2.1 Characteristic to be specified.....	16
10.2.2 Marking	16

10.2.3	Method of testing	16
11	Test signals	16
11.1	General	16
11.2	Steady-state sinusoidal signal	16
11.3	Sinusoidal chirp signal	16
11.4	Discrete multi-tone sinusoidal signal	17
11.5	Broadband noise signal	18
11.6	Narrow-band noise signal	18
12	Preconditioning	18
12.1	Acclimatization	18
12.2	Pre-loading	18
13	Electrical input impedance	19
13.1	Electrical input impedance curve	19
13.1.1	Characteristics to be specified	19
13.1.2	Method of measurement	19
13.2	Rated impedance	19
14	Small signal parameters of the microspeaker	19
14.1	General	19
14.2	Characteristics to be specified	20
14.2.1	Resonance frequency f_s	20
14.2.2	DC resistance of driver voice coil R_{dc}	20
14.2.3	Voice coil inductance L_e	20
14.2.4	Total Q-factor Q_{ts}	20
14.2.5	Electrical Q-factor Q_{es}	20
14.2.6	Mechanical Q-factor Q_{ms}	20
14.2.7	Mechanical compliance C_{ms}	20
14.2.8	Moving mass M_{ms}	21
14.2.9	Mechanical resistance R_{ms}	21
14.2.10	Force factor Bl	21
14.2.11	Equivalent air volume of a microspeaker unit compliance V_{as}	21
14.2.12	Effective radiation area S_D	21
14.3	Method of measurement	21
14.3.1	General	21
14.3.2	Laser ranging method	21
14.3.3	Added volume method	23
14.3.4	Added mass method	25
15	Displacement	25
15.1	Displacement curve	25
15.1.1	Characteristics to be specified	25
15.1.2	Method of measurement	25
15.2	DC component X_{dc}	26
15.2.1	Characteristics to be specified	26
15.2.2	Method of measurement	27
15.3	Distortion limited peak displacement X_d	27
15.3.1	Characteristics to be specified	27
15.3.2	Method of measurement	27

15.4	Sinusoidal peak displacement X_s	27
16	Amplitude frequency response	28
16.1	Rated frequency range	28
16.2	Frequency response	28
16.2.1	Characteristic to be specified	28
16.2.2	Method of measurement	28
16.3	Mean sound pressure in a stated frequency band	28
16.3.1	Characteristics to be specified	28
16.3.2	Method of measurement	28
16.4	Effective frequency range	29
16.4.1	Characteristics to be specified	29
16.4.2	Method of measurement	29
17	Amplitude non-linearity	29
17.1	Total harmonic distortion (THD)	29
17.1.1	Characteristic to be specified	29
17.1.2	Method of measurement for input voltages up to the rated sinusoidal voltage	29
17.2	Harmonic distortion of the n^{th} order	30
17.2.1	Characteristic to be specified	30
17.2.2	Method of measurement for input voltages up to the rated sinusoidal voltage	30
17.3	Total higher-order harmonic distortion components (HOHD)	30
17.3.1	Characteristic to be specified	30
17.3.2	Method of measurement for input voltages up to the rated sinusoidal voltage	30
17.4	Modulation distortion of the n^{th} order (where $n = 2$ or $n = 3$)	31
17.4.1	Characteristic to be specified	31
17.4.2	Method of measurement	31
18	Listening test	32
18.1	Listening test for normal operation	32
18.2	Listening test for irregular distortion	32
19	Input voltage/Electrical power	33
19.1	Rated noise voltage/power	33
19.1.1	Characteristic to be specified	33
19.1.2	Method of measurement	33
19.2	Short-term maximum input voltage/power	34
19.2.1	Characteristic to be specified	34
19.2.2	Method of measurement	34
19.2.3	Protective devices	34
19.3	Long-term maximum input voltage/power	35
19.3.1	Characteristic to be specified	35
19.3.2	Method of measurement	35
19.3.3	Protective devices	35
19.4	Rated sinusoidal voltage/power	35
19.4.1	Characteristic to be specified	35
19.4.2	Method of measurement	35
20	Environmental testing	36
20.1	Temperature ranges	36
20.1.1	Performance-limited temperature range – Characteristic to be specified	36

20.1.2	Damage-limited temperature range – Characteristic to be specified	36
20.2	Humidity ranges	36
20.2.1	Relative humidity range – Characteristic to be specified	36
20.2.2	Damage-limited humidity range – Characteristic to be specified	36
20.3	Cold storage	36
20.3.1	Characteristic to be specified	36
20.3.2	Method of measurement	36
20.4	Cold usage	36
20.4.1	Characteristic to be specified	36
20.4.2	Method of measurement	36
20.5	Dry heat storage	37
20.5.1	Characteristic to be specified	37
20.5.2	Method of measurement	37
20.6	Dry heat usage	37
20.6.1	Characteristic to be specified	37
20.6.2	Method of measurement	37
20.7	Thermal shock (rapid change of temperature with prescribed time of transition)	38
20.7.1	Characteristic to be specified	38
20.7.2	Method of measurement	38
20.8	Steady damp heat	38
20.8.1	Characteristic to be specified	38
20.8.2	Method of measurement	38
21	Stray magnetic fields	39
21.1	General	39
21.2	Static components	39
21.2.1	Characteristic to be specified	39
21.2.2	Method of measurement	39
21.3	Dynamic components	40
21.3.1	Characteristic to be specified	40
21.3.2	Method of measurement	40
22	Physical characteristics	41
22.1	Dimensions	41
22.2	Weight	41
23	Design data	41
	Bibliography	42
	Figure 1 – Standard micro-baffle	11
	Figure 2 – Standard micro-baffle with sub-baffle	12
	Figure 3 – Plane wave tube	12
	Figure 4 – Rated geometrical conditions of the microspeaker	13
	Figure 5 – Electrical input impedance curve of the microspeaker	23
	Figure 6 – Peak and bottom values of displacement	26
	Figure 7 – Displacement curve	26
	Figure 8 – DC component of displacement	27
	Figure 9 – Block diagram of test setup	33
	Figure 10 – Measuring apparatus for stray magnetic field	39

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MICROSPEAKERS

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 63034 has been prepared by IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

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

CDV	Report on voting
100/3107/CDV	100/3211/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.

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

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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63034:2020

MICROSPEAKERS

1 Scope

This document specifies the characteristics of microspeakers as well as the relevant test methods on microspeakers using steady-state sinusoidal signals, sinusoidal chirp, multi-tone or noise. The main characteristics include, but are not limited to, impedance, displacement, amplitude frequency response, distortion, and power handling.

2 Normative references

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

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

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

IEC 60268-21:2018, *Sound system equipment – Acoustical (output based) measurement*

IEC 60268-22:2020, *Sound system equipment – Electrical and mechanical measurements on transducers*

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

3 Terms, definitions and abbreviated terms

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

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

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

3.1 Terms and definitions

3.1.1

microspeaker

loudspeaker, the radiating element (diaphragm or other radiator) of which is not greater than 40 mm

Note 1 to entry: The term "microspeaker" applies to the microspeaker unit (transducer) and also to passive microspeaker systems, which consist of one or more transducers provided with acoustical structures (e.g. chamber, port, aperture).

3.2 Abbreviated terms

HOHD higher-order harmonic distortion

4 Conditions of measurement

4.1 Rated measuring conditions

For convenience, this document specifies how sound system equipment shall be set up for measurement. Normal measuring conditions are defined in this document. To obtain the actual conditions for measurement, some values (known as "rated conditions") shall be taken from the manufacturer's specification.

These rated conditions are not subjected to measurement, but they constitute the basis for performing the measurements to determine the other characteristics.

The following rated conditions are of this type, and shall be stated by the manufacturer:

- rated impedance;
- rated sinusoidal voltage or power;
- rated noise voltage or power;
- rated frequency range;
- rated geometrical condition;
- rated climatic conditions.

NOTE A full explanation of the term "rated" is provided in IEC 60268-2. See also term 151-16-08 in IEC 60050-151:2001.

4.2 Climatic conditions

IEC 60268-1 states that tests should be carried out in the following environment in order to prevent the influence of temperature and humidity that can affect the properties of microspeakers.

- ambient temperature: 15 °C to 35 °C;
- relative humidity: 25 % to 75 %;
- air pressure: 86 kPa to 106 kPa.

And the standard climatic conditions for arbitration testing are as follows:

- ambient temperature: (23 ± 1) °C;
- relative humidity: 48 % to 52 %;
- air pressure: 86 kPa to 106 kPa.

4.3 Normal measuring conditions

The microspeaker is understood to be working under normal measuring conditions when all the following conditions are fulfilled:

- a) the acoustical environment is specified, and chosen from the ones specified in Clause 5;
- b) the microspeaker to be measured is mounted in accordance with Clause 6;
- c) the microspeaker is positioned with respect to the measuring microphone and the walls in accordance with Clause 7;
- d) the measuring equipment suitable for determining the desired characteristics is connected in accordance with Clause 8;
- e) the microspeaker is supplied with a specified test signal, in accordance with Clause 11, of a stated voltage U , within the rated frequency range in accordance with 16.1. If required, the input power P can be calculated from the equation: $P = U^2/R$, where R is the rated impedance in accordance with 13.2.

5 Acoustical environment

5.1 General

Acoustical measurements will be made according to one of the acoustic field conditions specified in 5.2 to 5.5, and the choice shall be stated in the results.

5.2 Free-field conditions

Acoustical conditions that approach those of free-field space are used. The environment shall be considered satisfactory where the sound pressure decreases with the distance (r) from a point source according to the $1/r$ law, also with an accuracy of $\pm 0,5$ dB in the measured sound pressure amplitude in the region occupied by the sound field between the microspeaker and the microphone during the measurement.

Free-field conditions will prevail over the whole frequency range of measurement. If the environment (e.g. an anechoic chamber at low frequencies) does not fulfil these free-field conditions over the entire frequency range of the measurement, the manufacturer shall state the valid frequency range.

5.3 Half-space free-field conditions

Acoustical conditions where a free-field (see 5.2) exists in a half space are used. These conditions will be met with a reflecting plane of sufficient size so that the sound pressure from a point source mounted on the surface of the plane decreases in the manner specified in 5.2.

5.4 Simulated free-field conditions

Acoustical conditions where the simulated free-field conditions are equivalent to those of free space for the period required for a measurement are used.

The conditions will be met in any environment (e.g. large rooms with no obstructions) where sound emitted by the microspeaker reflected from any surface or object in the environment does not reach the measuring microphone before the completion of the direct sound measurement.

Any such reflection reaching the microphone will be excluded from the measurement by gating or other means.

NOTE Under such conditions, successive measurements are separated by time intervals sufficient for the sound pressure level to decrease to a negligible value owing to reverberation within the space.

5.5 Half-space simulated free-field conditions

Acoustical conditions where the simulated free-field (see 5.4) exists in a half-space are used. These conditions shall be used when a reflecting plane, forming one boundary of a simulated free-field environment, is of sufficient size that no reflections from its edge reach the measuring microphone during the measurement.

NOTE Under such conditions, successive measurements are separated by time intervals sufficient for the sound pressure level to decrease to a negligible value owing to reverberations within the space.

6 Mounting of the microspeaker

6.1 Mounting and acoustic loading of microspeaker units

The performance of the drive unit (transducer) is determined by the properties of the unit itself as well as its acoustic loading. The acoustic loading depends upon the mounting arrangement, which shall be clearly described in the presentation of the results.

One of the following three types of mounting shall be used:

- a) in free-field, a standard micro-baffle, the drive unit with/without a specified measuring enclosure;
- b) in free-field, in free air, the drive unit with/without a specified measuring enclosure;
- c) in free-field, a plane wave tube, the drive unit with/without a specified measuring enclosure;
- d) in half-space free-field, the drive unit flushed with a reflecting plane, the drive unit with/without a specified measuring enclosure.

NOTE Mounting condition a) approaches a half-space free-field down to a lower limiting frequency, the value of which depends on the chosen measuring distance. Measurements made at frequencies below this limiting value can be used for comparative purposes only.

The structure and material of a specified measuring enclosure (known as a "box"), whose net volume is usually no more than 1 cm³, shall be specified by the manufacturer and indicated in the results.

6.2 Mounting and acoustic loading of microspeaker systems

Microspeaker systems are usually measured without an additional baffle. If the manufacturer specifies a special type of mounting for the microspeaker system, this shall be used for the measurement. The mounting method used shall be specified in the results.

6.3 Standard micro-baffle

The standard micro-baffle shall be made of a plane front surface that is acoustically reflective. The micro-baffle shall have the dimensions shown in Figure 1.

The standard micro-baffle should be made of a material of adequate thickness to ensure negligible vibration. The edge of the radiating element should be substantially flush with the front of the micro-baffle. This may be achieved by using a thin, rigid sub-baffle with or without a chamfer, as shown in Figure 2.

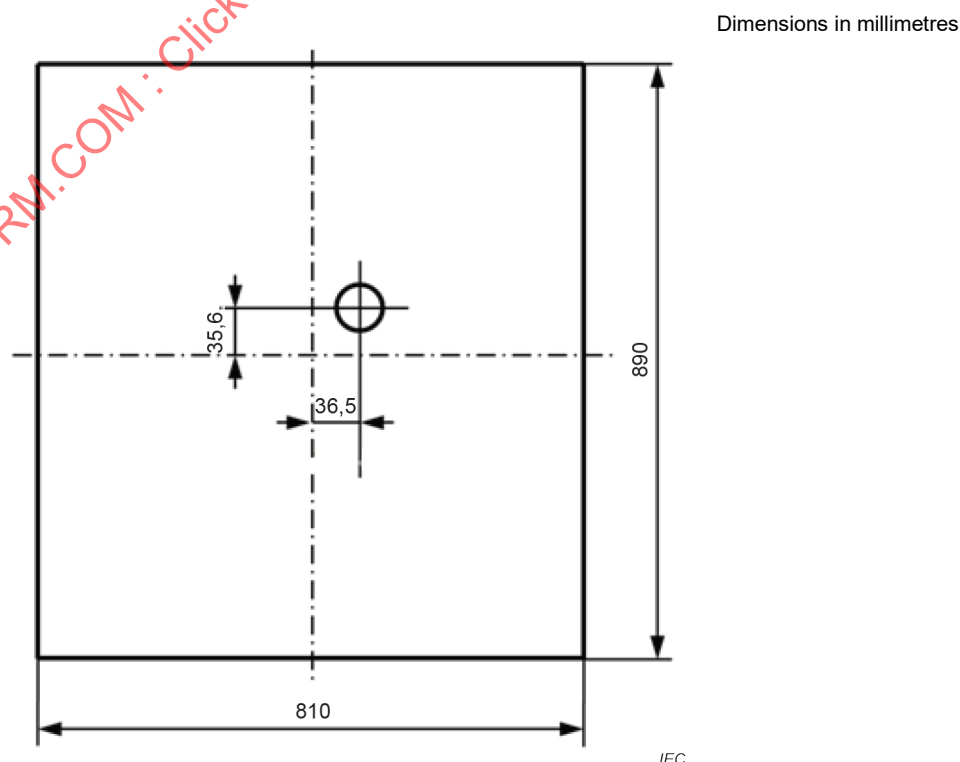


Figure 1 – Standard micro-baffle

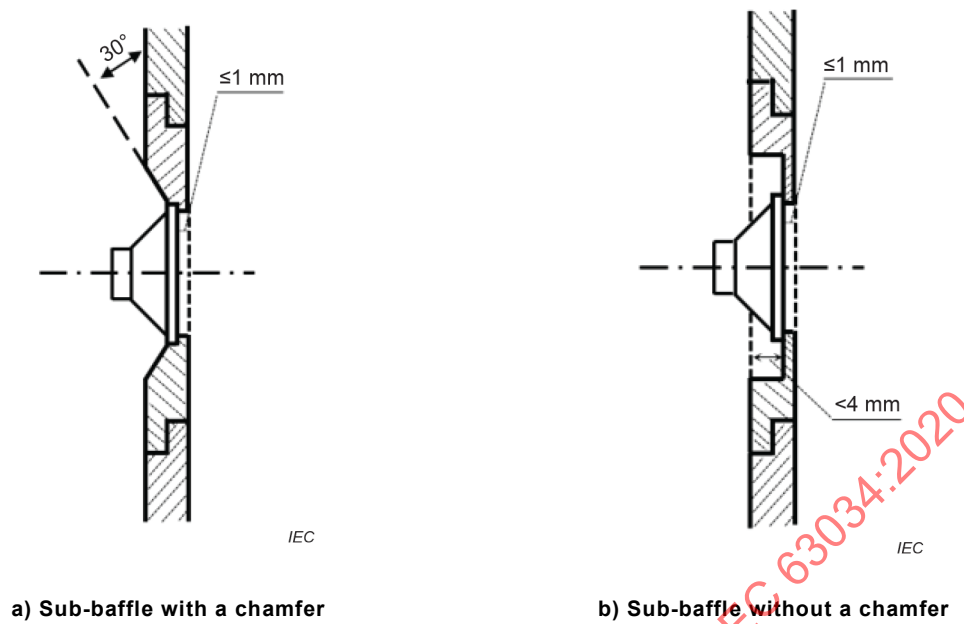
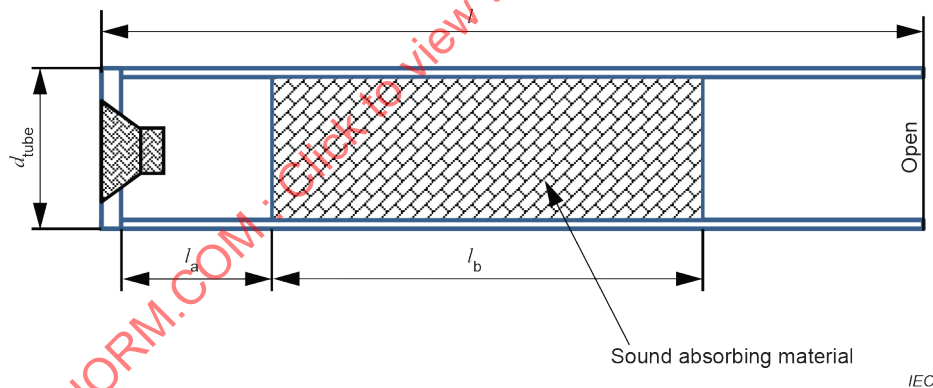


Figure 2 – Standard micro-baffle with sub-baffle

6.4 Measuring plane wave tube

The tube shown in Figure 3 shall be used. The tube shall be made with an acoustically reflective material.



The diameter of the tube d_{tube} shall be 1,5 to 2,5 times as large as the diameter of the radiating element to be measured. The length of the tube l shall be between 600 mm and 1 000 mm.

The tube shall be of a material with adequate stiffness to ensure negligible vibration.

The edge of the radiating element shall be substantially flush with the front surface of the end of the tube.

An appropriate sound absorbing material shall be used to remove standing waves that can occur in the tube. A clearance l_a of between 150 mm and 200 mm and a length l_b of between 200 mm and 500 mm are recommended.

The recommended material of the tube is PVC (vinyl chloride). The recommended material of sound absorbing material is polyester fibre (density: approximately between 20 kg/m³ and 25 kg/m³, total mass: between 14 g and 30 g).

After mounting with plane wave tube, the fundamental resonance frequency of the drive unit shall not be changed by more than 5 % and no additional resonance peak shall be generated in the electrical input impedance.

Figure 3 – Plane wave tube

7 Positioning of microspeaker and measuring microphone

7.1 Positioning of the microspeaker

7.1.1 General

The terms in 7.1 are specified by the manufacturer and cannot be measured.

7.1.2 Rated geometrical condition

NOTE This is a rated condition in accordance with 4.1.

The position and orientation of the diaphragm or other kind of radiator shall be stated using the radiator's reference point o_{ref} , the normal vector n_{ref} and the polar vector p_{ref} as illustrated in Figure 4.

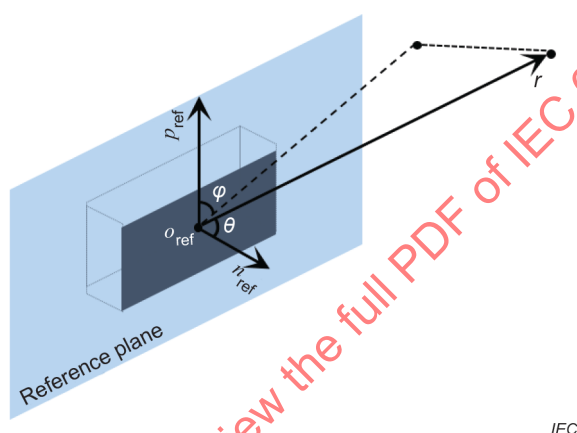


Figure 4 – Rated geometrical conditions of the microspeaker

7.1.3 Reference plane

A reference plane with respect to a physical feature of the microspeaker shall be specified by the manufacturer.

The reference plane shall be used to define the position of the reference point o_{ref} and the direction of the normal vector n_{ref} .

NOTE For symmetrical structures, the reference plane is usually parallel to the radiating surface at the rest position of the microspeaker. For asymmetrical structures, the reference plane is better indicated by means of a diagram.

7.1.4 Reference point

A reference point on the reference plane shall be specified by the manufacturer.

NOTE For symmetrical structures, the reference point o_{ref} is usually the point of axial symmetry of the microspeaker within the reference plane; for asymmetrical structures, the reference point is better indicated by means of a diagram.

7.1.5 Normal vector

The line perpendicular to the reference plane at the reference point as well as its direction shall be specified by the manufacturer. The normal vector n_{ref} also defines the polar angle $\theta = 0$ in spherical coordinates.

7.1.6 Polar vector

The ray from the reference point o_{ref} in the reference plane shall be specified by the manufacturer. The polar vector p_{ref} also defines the azimuthal angle $\varphi = 0$ in spherical coordinates.

7.2 Measuring distance under free-field and half-space free-field conditions

7.2.1 Far-field condition

Measurements under free-field and half-space free-field conditions should ideally be carried out in the far field of the microspeaker in order to obtain consistent results. The location in the far field is determined when the following conditions are fulfilled:

- 1) $r \geq d$;
- 2) $r \geq d^2 / \lambda$.

Where,

r is the measuring distance, expressed in m;

d is the effective dimension of the radiating elements, expressed in m;

λ is the sound wavelength, depending on the upper limit of the target frequency range, expressed in m.

However, in practice, imperfections in the measuring environment (room) and the effects of background noise set an upper limit on the distance that can be used. Therefore, the measuring distance should be 0,05 m or an integral number of 0,1 m.

7.2.2 Single microspeaker unit (transducer)

For this type of microspeaker, a measuring distance of 0,1 m from the reference point shall be used unless special conditions dictate another value, which shall be stated.

7.2.3 Multi-unit microspeaker systems

The multi-unit microspeaker systems consist of two or more radiating elements reproducing the same frequency band. The measuring distance shall satisfy the far-field condition (see 7.2.1) unless special conditions dictate another value, which shall be stated.

7.3 Positioning of microspeaker and microphone in simulated free-field and half-space free-field conditions

The measuring distance shall be chosen with reference to 7.2 for free-field and half-space free-field conditions.

The position of the microspeaker and the microphone in the measuring environment shall be within the free-field space to prevent unwanted reflection from reaching the microphone.

If the measurement space is an anechoic chamber, attention shall be paid to reflections from wedge tips, personnel floor, and supports for the microspeaker and the microphone. Errors due to these sources shall not exceed 0,5 dB over the frequency range of measurement.

The measuring distance and the maximum signal capture time of the environment shall be stated.

8 Measuring equipment

Measurements in free-field and half-space free-field conditions shall be made using a free-field microphone. The size of the microphone should not impact far-field characteristics of the sound field. Both these requirements shall be met over the frequency range of interest.

The signal generator, the amplifier supplying the signal to the microspeaker, and the measuring equipment at the microphone amplifier shall have an amplitude frequency response that is known and constant within $\pm 0,5$ dB in the relevant frequency range, with negligible amplitude nonlinearity during test conditions. These measuring instruments shall be of the root-mean-square (RMS) type, with a time constant sufficiently long to ensure that the error is not greater than 1 dB.

9 Accuracy of the measurement

9.1 General

A frequency range over which the total errors do not exceed ± 2 dB shall be specified.

The probable error sources in both the instrumentation and the measuring environment should be identified and quantified, and their contribution specified. This information should be included with the test report.

9.2 Unwanted acoustic and electrical noise

Unwanted acoustic and electrical noise shall be kept at the lowest possible level, as its presence may obscure low-level signals. Hence, data related to signals less than 20 dB above the noise level in the frequency band considered shall be discarded.

9.3 Accuracy of the mounting

The reflection from the support and fixtures of the microspeaker should not affect the measurement results. Errors due to these sources shall not exceed 0,5 dB over the frequency range of measurement.

The support and fixtures should firmly fix the microspeaker, and the microspeaker should also not be deformed or damaged.

9.4 Accuracy of the measuring equipment

The accuracy of the measuring equipment shall be determined with reference to Clause 8.

9.5 Accuracy of acoustic environment

In free-field and half-space free-field, an accuracy of $\pm 0,5$ dB in the amplitude of the measured sound pressure shall be satisfied.

In simulated free-field and half-space free-field, accuracy requirements shall be specified with reference to 7.3.

10 Marking of terminals and controls

10.1 General

The terminals and controls shall be marked in accordance with IEC 60268-1 and IEC 60268-2 with respect to the principles in 10.2.

10.2 Positive terminal

10.2.1 Characteristic to be specified

The terminal of a microspeaker unit, the application of a positive voltage to which with respect to the other terminal results in the drive unit diaphragm approaching closer to the microphone (coil-out), shall be specified as the positive terminal.

10.2.2 Marking

The positive terminal shall be marked with a "+" symbol, a red marking, or shall be distinguished in a way stated by the manufacturer.

10.2.3 Method of testing

Apply a positive DC voltage briefly to the terminal marked as positive. Examine the vibrating direction of the drive unit diaphragm. Correct marking is confirmed by the drive unit diaphragm approaching the microphone (coil-out).

11 Test signals

11.1 General

Acoustic measurements shall be performed under one of the following measuring signal conditions or other special signal conditions specified by the manufacturer, and the choice shall be indicated with the results.

11.2 Steady-state sinusoidal signal

The excitation time of steady-state sinusoidal signal shall be sufficiently long to generate the steady-state condition of the microspeaker and to perform temporal averaging and time-discrete processing for the measurement. The sinusoidal test signal shall not exceed the rated sinusoidal voltage (as defined in 19.4) at any frequency. The voltage across the input terminals of the microspeaker being tested shall be kept constant for all frequencies unless otherwise stated.

The electro-acoustic system is excited by a single tone

$$x_s(t) = \sqrt{2}A \cos(2\pi f t) \quad (1)$$

Where,

A is the amplitude, the RMS value of the function from zero, expressed in V;

f is the frequency, the number of oscillations (cycles) that occur each second, expressed in Hz. The choice shall be indicated with the results.

11.3 Sinusoidal chirp signal

A sinusoidal chirp signal, which is widely used, is defined as follows:

$$x_c(t) = \sqrt{2}A(f(t)) \cos(2\pi f(t)t) \quad (2)$$

Where,

$f(t)$ is the frequency of signal varying as a function of time, expressed in Hz;

$A(f(t))$ is the RMS amplitude varying as a function of frequency, expressed in V.

NOTE When measuring microspeakers, the RMS amplitude $A(f(t))$ of input sinusoidal chirp signal is generally fixed, that is, independent of $f(t)$.

a) Linear chirp

In linear chirp, the instantaneous frequency $f(t)$ varies linearly with time:

$$f(t) = f_{\text{start}} + kt \quad (3)$$

Where,

f_{start} is the starting frequency (at time $t = 0$);

$k = (f_{\text{end}} - f_{\text{start}}) / T_s$ is the rate of frequency increases, where T_s is the time taken to sweep from starting frequency f_{start} to final frequency f_{end} .

b) Exponential chirp

In exponential chirp, the instantaneous frequency $f(t)$ of the signal varies exponentially with time:

$$f(t) = f_{\text{start}} \cdot 2^{\beta t} \quad (4)$$

Where,

f_{start} is the starting frequency (at time $t = 0$);

$\beta = \frac{1}{T_s} \log_2 \left(\frac{f_{\text{end}}}{f_{\text{start}}} \right)$ is the rate of exponential increase in frequency, where T_s is the time taken to sweep from the starting frequency f_{start} to the final frequency f_{end} .

11.4 Discrete multi-tone sinusoidal signal

The discrete multi-tone sinusoidal signal defined by

$$x_m(t) = \sqrt{\frac{2}{\sum_{i=0}^N [A(f_i)]^2}} \sum_{i=0}^N A(f_i) \cos(2\pi f_i t + \varphi_i) \quad (5)$$

Where,

$A(f_i)$ is the RMS amplitude that varies as a function of frequency;

f_i is the frequency of signal between the lowest tone f_0 and the highest tone f_N at multiples of the base frequency f_b , defined as Equation (6).

$$f_i = f_b \text{int} \left(T \cdot f_0 \cdot 2^{i/R} \right) \text{ with } i = 0, \dots, N \quad (6)$$

The base frequency f_b defined by

$$f_b = \frac{1}{T} = \frac{f_s}{N_{\text{FT}}} \quad (7)$$

corresponds to the minimal length T of the multi-tone complex, sampling frequency f_s and the size N_{FT} of the Fourier transform (DFT or FFT) to avoid a smearing of the fundamental tones over multiple frequency bins.

The resolution parameter R describes the number of tones per octave.

The tones have a pseudo-random phase

$$\phi_i = \frac{2\pi}{m} n_i \quad \text{for } i = 0, \dots, N \quad \text{with } n_i = (an_{i-1} + c) \bmod m \quad \text{for } i = 1, \dots, N \quad (8)$$

generating a low crest factor of the stimulus and a deterministic waveform of the stimulus.

NOTE The phases of the low-frequency tones determine the waveform of the voice coil displacement, which has a high impact on the nonlinear distortion generated by motor and suspension nonlinearities.

The modulus parameter m is usually defined by the digital word size used. The other free parameters a , c and the start value n_0 (seed) shall be positive and smaller than m . Modifying these parameters affects the randomness of the generated phases and thus the crest factor of the resulting time signal. The crest factor may be optimized for a specific frequency range, signal length and resolution. Reasonable default values are $a = 843\,314\,861$, $c = 453\,816\,693$, $m = 2^{31}$ and $n_0 = 0$. If other parameters are used, they shall be stated.

11.5 Broadband noise signal

NOTE This term is explained in IEC 60268-2.

The crest factor of a noise source should fall between 3 and 4 to avoid the clipping of amplifiers.

A true RMS voltmeter with a time constant that is at least as long as the "slow" constant of the sound level meter, specified in IEC 60651, shall be used to measure the amplitude of the signal.

11.6 Narrow-band noise signal

NOTE This term is explained in IEC 60268-2.

For measurement using narrow-band noise, constant relative bandwidth filters in accordance with IEC 61260-1 shall be used with a pink-noise generator, the relative bandwidth usually being 1/3 octave.

12 Preconditioning

12.1 Acclimatization

The microspeaker should be put in the climate conditions with reference to 4.2 at least 10 min before pre-loading with reference to 12.2.

12.2 Pre-loading

Permanent changes may occur in the microspeaker as a result, for example, of the motion of the diaphragm. Therefore, the microspeaker should be preconditioned before measurements by applying a simulated programme signal, in accordance with IEC 60268-1, at the rated noise voltage for at least 0,5 h.

The period of preconditioning shall be followed by a recovery period of at least 0,5 h, during which the microspeaker shall be disconnected, before proceeding with the measurement.

13 Electrical input impedance

13.1 Electrical input impedance curve

13.1.1 Characteristics to be specified

The electrical input impedance curve shall be specified, with the representation of the modulus of the impedance as a function of frequency.

13.1.2 Method of measurement

- a) The microspeaker shall be brought under normal measuring conditions in accordance with 4.3, conditions a), b), and d).
- b) A constant voltage or current shall be supplied, the former usually being preferred. The value of the voltage or the current chosen for the measurement shall be sufficiently small to ensure that the microspeaker operates in a linear region where the nonlinear distortion components measured by a single tone or two tone are 40 dB below the fundamental signal components.
- c) The modulus of the impedance shall be measured at least over a frequency range of 100 Hz to 20 000 Hz.
- d) The results shall be presented graphically as a function of frequency. The value of the voltage or the current shall be stated with the results.

13.2 Rated impedance

NOTE This is a rated condition in accordance with 4.1.

The value of a pure resistance, to be substituted for the microspeaker when defining the available electric power of the source, shall be specified by the manufacturer.

The lowest value of the modulus of the impedance in the rated frequency range shall not be less than 80 % of the rated impedance. If the impedance at any frequency beyond this range (including DC) is less than this value, this shall be stated in the specifications.

14 Small signal parameters of the microspeaker

14.1 General

The small signal parameters describe the vibration and transfer behaviour of the microspeaker in the linear state. The linear state should meet the following conditions: (1) small signal input; (2) the radiating size of the transducer should be small in comparison with the wavelength at working frequencies.

The small signal parameters of the microspeaker unit mainly include the following:

- a) resonance frequency, f_s ;
- b) DC resistance of driver voice coil, R_{dc} ;
- c) voice coil inductance, L_e ;
- d) total quality factor, Q_{ts} ;
- e) electrical quality factor, Q_{es} ;
- f) mechanical quality factor, Q_{ms} ;
- g) mechanical compliance, C_{ms} ;
- h) moving mass, M_{ms} ;
- i) mechanical resistance of total driver losses, R_{ms} ;

- j) equivalent air volume of microspeaker compliance, V_{as} ;
- k) force factor, Bl ;
- l) effective radiated area, S_D .

NOTE 1 Measurements of the small signal parameters in Clause 14 are only applicable to moving-coil microspeaker units.

NOTE 2 Measurements of the small signal parameters are made in the air; that is, these parameters include the effect of air load. More information on measurements operated in vacuum can be found in IEC 60268-22.

14.2 Characteristics to be specified

14.2.1 Resonance frequency f_s

The frequency at which the modulus of the microspeaker electrical input impedance has its first principal maximum on an ascending frequency scale shall be specified. The acoustic environment (either free-field or half-space free-field) and the mounting conditions, including the characteristics of the measuring enclosure when used, shall be given with the value of this frequency.

14.2.2 DC resistance of driver voice coil R_{dc}

The electrical voice coil resistance of the microspeaker given a DC signal shall be specified.

14.2.3 Voice coil inductance L_e

The self-inductance coefficient of the voice coil shall be specified.

14.2.4 Total Q-factor Q_{ts}

The ratio of the inertial (or elastic) part of the acoustic or mechanical impedance of the microspeaker at the resonance frequency (in accordance with 14.2.1) to the resistive part of this impedance shall be specified.

14.2.5 Electrical Q-factor Q_{es}

The electrical quality factor of the microspeaker at the resonance frequency (in accordance with 14.2.1), taking into account the DC resistance of the voice coil only, shall be specified.

14.2.6 Mechanical Q-factor Q_{ms}

The mechanical quality factor of the microspeaker at the resonance frequency (in accordance with 14.2.1), taking into account non-electrical resistances of the microspeaker only, shall be specified.

14.2.7 Mechanical compliance C_{ms}

The mechanical compliance of the microspeaker shall be specified. Its reciprocal is the stiffness coefficient K_{ms} .

Some microspeakers show significant visco-elastic properties which increases the compliance and mechanical losses to lower frequencies. The frequency depending compliance $C_{ms}(f)$ increases the voice coil displacement to lower frequencies and affects the dynamic generation of the DC displacement and the stability of the transducer. The frequency depending compliance $C_{ms}(f)$ described in 20.5 of IEC 60268-22:2020 has to be considered in the identification of the mechanical parameters (e.g. M_{ms}).

14.2.8 Moving mass M_{ms}

The moving mass, which is the mechanical mass of the driver diaphragm assembly and includes air load and voice coil, shall be specified.

14.2.9 Mechanical resistance R_{ms}

The mechanical resistance R_{ms} describes the losses of the microspeaker.

NOTE Some microspeakers show significant visco-elastic properties, which increase the compliance and mechanical losses to lower frequencies. However, the frequency dependency of the mechanical resistance $R_{ms}(f)$ does not have much impact on the transfer behaviour of the transducer below and above resonance frequency f_s .

14.2.10 Force factor Bl

The force factor Bl is the coupling coefficient between the electrical system and the mechanical system of the microspeaker.

14.2.11 Equivalent air volume of a microspeaker unit compliance V_{as}

The volume of air shall be specified, the acoustic compliance of which is equal to that of the microspeaker unit.

NOTE The equivalent volume V_{as} , together with the total Q-factor Q_{ts} (in accordance with 14.2.4), and the resonance frequency f_s (in accordance with 14.2.1), adequately define the low-frequency response of the microspeaker, and are useful in the low-frequency design of microspeaker systems.

14.2.12 Effective radiation area S_D

The effective radiation area S_D describes the coupling between the mechanical and the acoustic domains by replacing the cone, diaphragm, surround, and other radiating parts by a rigid piston, moving with the same velocity as the voice coil and having an equivalent surface generating the same sound pressure in the far field as the real radiator.

For its measurements, see IEC 60268-22:2020, 20.7.2.

14.3 Method of measurement

14.3.1 General

The small signal parameters can be obtained by using the laser ranging method, the added volume method, and the added mass method.

14.3.2 Laser ranging method

- a) The electrical input impedance $Z(s)$ can be measured in accordance with 13.1. The resonance frequency f_s is the frequency at which the modulus of the electrical input impedance has its first principal maximum on an ascending frequency scale. The least squares algorithms can be applied to determine the electrical parameters by fitting the right-hand side of the following equation to the measured impedance function:

$$Z(s) = \frac{U(s)}{I(s)} = R_{dc} + sL_e + \frac{sL_{ces}}{s^2L_{ces}C_{mes} + s\frac{L_{ces}}{R_{es}} + 1} \quad (9)$$

Where,

$C_{mes} = M_{ms} / (Bl)^2$ is the electrical capacitance due to mechanical mass;

$L_{ces} = C_{ms} \cdot (Bl)^2$ is the electrical inductance due to mechanical compliance;

$R_{es} = (Bl)^2 / R_{ms}$ is the resistance due to mechanical losses.

If the visco-elastic behaviour of the mechanical suspension is negligible, the electrical input impedance can be calculated with Equation (9). Otherwise, a visco-elastic model has to be considered to ensure fitting precision.

b) The electrical Q-factor Q_{es} can be derived using the expression:

$$Q_{es} = \omega_s C_{mes} R_{dc} = R_{dc} / (\omega_s L_{ces}) \quad (10)$$

Where,

$\omega_s = 2\pi f_s$ is resonance angular frequency.

c) The mechanical Q-factor Q_{ms} can be derived using the expression:

$$Q_{ms} = \omega_s C_{mes} R_{es} = R_{es} / (\omega_s L_{ces}) \quad (11)$$

d) The total Q-factor Q_{ts} can be derived using the expression:

$$\frac{1}{Q_{ts}} = \frac{1}{Q_{es}} + \frac{1}{Q_{ms}} \quad (12)$$

e) The transfer function terminal voltage to the displacement of the microspeaker $H_x(s) = X(s)/U(s)$ can be measured by lasers with appropriate measuring range and precision where the microspeaker is excited at small amplitudes. The force factor Bl can be calculated by fitting the formula as follows to the measured transfer function:

$$H_x(s) = \frac{X(s)}{U(s)} = \frac{X(s)Bls}{U(s)} \cdot \frac{1}{Bl s} = \frac{Z_R(s)}{Z(s)} \cdot \frac{1}{Bl s} \quad (13)$$

Where,

$Z_R(s) = \frac{sL_{ces}}{s^2 L_{ces} C_{mes} + s \frac{L_{ces}}{R_{es}} + 1}$ is the motional impedance due to the movement of the voice

coil;

$Z(s) = R_{dc} + sL_e + Z_R(s)$ is the electrical input impedance.

f) The moving mass M_{ms} can be derived using the expression

$$M_{ms} = C_{mes} (Bl)^2 \quad (14)$$

g) The mechanical compliance C_{ms} can be calculated from the formula

$$C_{ms} = \frac{L_{ces}}{(Bl)^2} \quad (15)$$

h) The mechanical resistance R_{ms} can be calculated from the formula

$$R_{ms} = \frac{(Bl)^2}{R_{es}} \quad (16)$$

i) The equivalent air volume V_{as} can be derived using the expression

$$V_{as} = \rho_0 c_0^2 S_D^2 C_{ms} \quad (17)$$

Where,

ρ_0 is the density of the air, expressed in kg/m³;

c_0 is the speed of sound in air, expressed in m/s;

S_D is the effective radiated area of the microspeaker, expressed in m².

14.3.3 Added volume method

- The measurement of the electrical input impedance curve shall be made in accordance with 13.1. The resonance frequency f_s is that at which the modulus of the electrical input impedance has its first principal maximum on an ascending frequency scale.
- The total Q-factor Q_{ts} can be derived from the electrical input impedance curve of the microspeaker (see Figure 5) using the following expression:

$$Q_{ts} = \frac{1}{r_0} \frac{f_s}{f_2 - f_1} \sqrt{\frac{r_0^2 - r_1^2}{r_1^2 - 1}} \quad (18)$$

Where,

f_s is the resonance frequency of the microspeaker in accordance with 14.2.1;

r_0 is the ratio of the maximum magnitude of the electrical input impedance $|Z(f)|_{\max}$ at f_s to the DC resistance of the microspeaker R_{dc} (in accordance with 14.2.2);

f_1 and f_2 are the frequencies located with approximate symmetry about f_s such that $f_1 < f_s < f_2$, at which the magnitudes of electrical input impedances $Z_1 = |Z(f_1)|$ and $Z_2 = |Z(f_2)|$ are identical, and have the value $r_1 \cdot R_{dc}$;

r_1 is the ratio of magnitude $|Z(f_1)|$ at f_1, f_2 to R_{dc} .

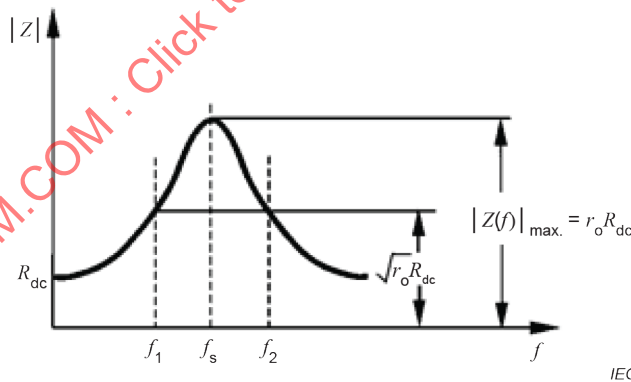


Figure 5 – Electrical input impedance curve of the microspeaker

It can be shown that when $r_1 = \sqrt{r_0}$ and f_s is replaced by $\sqrt{f_1 f_2}$, the error in the calculation of Q_{ts} due to the asymmetry of the electrical input impedance curve is minimized (see NOTE 1). The expression for Q_{ts} may then be simplified to:

$$Q_{ts} = \frac{\sqrt{f_1 f_2}}{\sqrt{r_0} (f_2 - f_1)} \quad (19)$$

NOTE 1 Q_{ts} , which appears in the above formulae, has been derived from simple theory where the voice coil inductance, which is the cause of the asymmetry in the electrical input impedance curve, has been ignored and the visco-elastic behaviour of the mechanical suspension is negligible.

- c) The electrical Q-factor can be derived using the expression

$$Q_{es} = \frac{r_0}{r_0 - 1} Q_{ts} \quad (20)$$

Where,

Q_{ts} is the total Q-factor of the microspeaker in accordance with 14.3.2 b);

r_0 is the ratio of the maximum magnitude of the electrical input impedance, $|Z(f)|_{\max}$, at f_s to the DC resistance of the microspeaker, R_{dc} ;

- d) The mechanical Q-factor can be derived using the expression:

$$Q_{ms} = r_0 Q_{ts} \quad (21)$$

Where,

Q_{ts} is the total Q-factor of the microspeaker in accordance with 14.3.2 b);

r_0 is the ratio of the maximum magnitude of electrical input impedance, $|Z(f)|_{\max}$, at f_s to the DC resistance of the microspeaker, R_{dc} ;

- e) The resonance frequency f_{sv} of the microspeaker mounted on an enclosure, the effective volume of which is V , can be obtained in accordance with 14.3.2 a), so that the moving mass of the microspeaker can be calculated from the formula

$$M_{ms} = \frac{\rho_0 c_0^2 S_D^2}{4\pi^2 V} \frac{f_s^2 - f_{sv}^2}{f_s^2 f_{sv}^2} \quad (22)$$

- f) The mechanical compliance C_{ms} can be calculated from the formula

$$C_{ms} = \frac{1}{4\pi^2 f_s^2 M_{ms}} \quad (23)$$

- g) The mechanical resistance R_{ms} can be derived using the expression

$$R_{ms} = \frac{2\pi f_s M_{ms}}{Q_{ms}} \quad (24)$$

- h) The force factor Bl shall be calculated from the formula

$$Bl = \sqrt{R_{ms} (|Z(f)|_{\max} - R_{dc})} \quad (25)$$

Where,

$|Z(f)|_{\max}$ is the maximum magnitude of the electrical input impedance at f_s ;

R_{dc} is the DC resistance of the microspeaker.

- i) The equivalent air volume V_{as} can be derived using the expression of item i) in 14.3.2.
- j) After measuring the parameters above in accordance with items e) to h) of this subclause, the voice coil inductance L_e can be measured by fitting the electrical input impedance curve of the microspeaker, which is represented as

$$Z(f) = R_{dc} + sL_e + \frac{(Bl)^2}{R_{ms} + sM_{ms} + \frac{1}{sC_{ms}}} \quad (26)$$

NOTE 2 This approach assumes that the voice coil inductance at the resonance is small compared to the total electrical input impedance. That is, the inductance can be neglected in items e) to h).

NOTE 3 The voice coil inductance can be measured more precisely using the Wright model, the Leach model, the LR-2 model, or the fractional derivative model, of which LR-2 is the most commonly used.

14.3.4 Added mass method

- a) The resonance frequency f_s , the total Q-factor Q_{ts} , the electrical Q-factor Q_{es} , and the mechanical Q-factor Q_{ms} can be measured in accordance with items a), b), c), and d) in 14.3.3.
- b) The resonance frequency f_{sm} with added mass Δm on the diaphragm of the microspeaker can be obtained in accordance with 14.3.2, item a). Then, mechanical compliance can be calculated from the formula

$$C_{ms} = \frac{1}{4\pi^2 \Delta m} \frac{f_s^2 - f_{sm}^2}{f_s^2 f_{sm}^2} \quad (27)$$

NOTE This equation assumes that force factor Bl is constant in the two measurements (R.H. Small). A simpler equation (quality factors Q_{ms} and Q_{es} vanish) assumes that there is no frequency dependency of the compliance $C_{ms}(f)$.

- c) The moving mass M_{ms} can be derived using the expression:

$$M_{ms} = \frac{1}{4\pi^2 f_s^2 C_{ms}} \quad (28)$$

- d) The mechanical resistance R_{ms} , the force factor Bl , the equivalent air volume V_{as} , and the voice coil inductance L_e can be measured in accordance with items g), h), i), and j) in 14.3.3.

15 Displacement

15.1 Displacement curve

15.1.1 Characteristics to be specified

The displacement curve represents the displacement of the diaphragm of the microspeaker as a function of frequency. The microspeaker is supplied with a sinusoidal chirp signal in a rated frequency range at rated sinusoidal voltage U_s (in accordance with 19.4).

15.1.2 Method of measurement

- a) The microspeaker shall be brought under normal measuring conditions in accordance with 4.3, conditions a), b), and d). It is recommended to operate the radiator in vertical position where the normal vector $\mathbf{n}_{ref}$ is perpendicular to the gravity to avoid any bias in the rest position of the radiator.
- b) A laser range finder with appropriate precision and range shall be chosen, with the laser light at the point specified by the manufacturer.
- c) The microspeaker shall be measured over the effective frequency range (in accordance with 16.4) applied to rated sinusoidal voltage.
- d) The peak values of positive and negative displacement shall be recorded after the elimination of the burr of the waveform (see Figure 6).

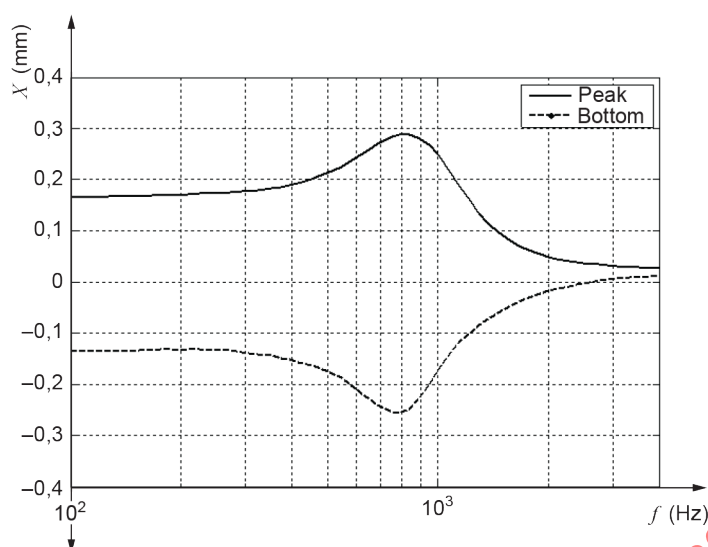


Figure 6 – Peak and bottom values of displacement

- e) The fundamental component of displacement shall be extracted to calculate the effective displacement X_{fund} . The displacement curve as a function of frequency can then be derived (see Figure 7).

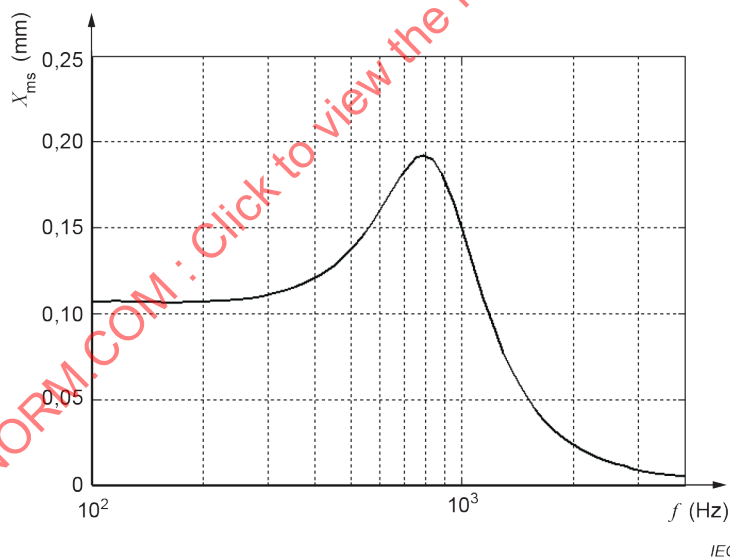


Figure 7 – Displacement curve

15.2 DC component X_{dc}

15.2.1 Characteristics to be specified

The DC component of displacement represents the direct component of the displacement of the microspeaker, which indicates the asymmetries in the nonlinearities of the microspeaker. The microspeaker is supplied with a sweep sinusoidal signal in a rated frequency range at a rated sinusoidal voltage U_s (in accordance with 19.4).

15.2.2 Method of measurement

Measurements shall be made in accordance with 15.1.2. The DC component of displacement can be derived from the DC filtering of the displacement waveform (see Figure 8).

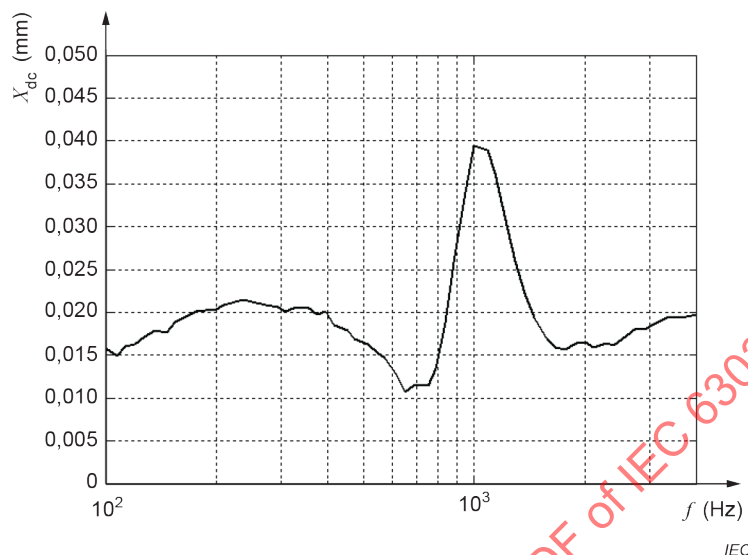


Figure 8 – DC component of displacement

15.3 Distortion limited peak displacement X_d

15.3.1 Characteristics to be specified

The distortion limited peak displacement X_d is the voice coil peak displacement at which the maximal value of the total harmonic distortion d_t (in accordance with 17.1), the second-order modulation distortion d_2 , or the third-order modulation distortion d_3 (in accordance with 17.4) of the radiated sound pressure is equal to a defined threshold d_0 .

The threshold d_0 (e.g. $d_0 = 10\%$) shall be specified by the manufacturer.

15.3.2 Method of measurement

- The microspeaker shall be brought under normal measuring conditions in accordance with 4.3, conditions a), b), and d).
- The total harmonic distortion d_t , the second-order modulation distortion d_2 , and the third-order modulation distortion d_3 shall be measured in accordance with Clause 17.
- Increase the voltage of the input signal until the maximal value of the distortions mentioned in b) is equal to the defined threshold d_0 when the maximal value is below the threshold d_0 . Then, the input voltage represents the voltage corresponding to the distortion-limited peak displacement.
- According to the method of measurement in 15.1, the voltage of the input signal shall be the value in c), and the maximum value of displacement curve represents the distortion-limited peak displacement.

15.4 Sinusoidal peak displacement X_s

The sinusoidal peak displacement X_s is the peak displacement at which the microspeaker vibrates when applied to the rated sinusoidal voltage (in accordance with 19.4). This is the maximal absolute value of displacement shown in Figure 6.

16 Amplitude frequency response

16.1 Rated frequency range

NOTE 1 This is a rated condition in accordance with 4.1.

The range of frequencies at which the microspeaker is intended to be used shall be specified.

NOTE 2 The rated frequency range can differ from the effective frequency range.

16.2 Frequency response

16.2.1 Characteristic to be specified

The level of sound pressure shall be specified as a function of frequency and measured under free-field or half-space free-field conditions at a stated position, with respect to the reference axis and a point, at a specified constant voltage with steady-state sinusoidal signals.

16.2.2 Method of measurement

- The microspeaker shall be brought under normal measuring conditions in a free-field or half-space free-field environment.
- A sinusoidal signal of constant voltage shall be supplied to the microspeaker.
- Measurements shall be made over at least the effective frequency range in accordance with 16.4.
- The results shall be presented graphically as a function of frequency. The spatial conditions chosen shall be stated.

16.3 Mean sound pressure in a stated frequency band

16.3.1 Characteristics to be specified

Twenty times the logarithm of the ratio of the square root of the arithmetic mean of the squares of the sound pressure from all $1/n$ octave sub-bands ($n \geq 3$) filling the stated frequency range, to the standard reference sound pressure (20 μPa), shall be specified expressed in dB.

$1/3$ octave sub-bands with $n = 3$ as defined by IEC 61260-1 shall be used if the upper and lower limit of the stated frequency band correspond to the limits of the $1/3$ octave bands.

16.3.2 Method of measurement

- Measurements of frequency response shall be made in accordance with 16.2.2. The mean sound pressure in a stated frequency band shall be determined by the formula

$$P_m = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i)^2 \right]^{1/2} \quad (29)$$

Where,

P_i is the sound pressure in a given $1/n$ octave band ($n \geq 3$).

- The mean sound pressure level in a given frequency band shall be determined by the formula

$$SPL_m = 20 \lg \left(\frac{P_m}{P_{\text{ref}}} \right) \quad (30)$$

Where,

P_{ref} is the standard reference sound pressure in air, 2×10^{-5} Pa.

16.4 Effective frequency range

16.4.1 Characteristics to be specified

The range of frequencies bounded by the given upper and lower limits, for which the frequency response of the microspeaker in accordance with 16.2.2, measured along the reference axis with a sinusoidal signal, is not greater than 10 dB below the level of sound pressure averaged over one octave in the region of maximum sensitivity, or a broader bandwidth stated by the manufacturer, shall be specified. Sharp troughs in the response curve, narrower than 1/9 octave at the –10 dB level shall be neglected in determining the frequency limits.

16.4.2 Method of measurement

The effective frequency range may be obtained from the frequency response described in 16.2.2, and measured with steady-state sinusoidal signals.

17 Amplitude non-linearity

17.1 Total harmonic distortion (THD)

17.1.1 Characteristic to be specified

THD shall be specified in terms of total sound pressure P_t .

17.1.2 Method of measurement for input voltages up to the rated sinusoidal voltage

- a) The microspeaker shall be brought under free-field conditions for microspeaker systems and in half-space free-field conditions for microspeaker units. A series of sinusoidal input voltages with increasing frequencies of up to 10 000 Hz, shall be supplied to the microspeaker. The input voltages chosen shall not exceed the rated sinusoidal voltage in accordance with 19.4. The range of frequencies shall be covered by means of sinusoidal chirp because a step-by-step method may cause important information to be missed.
- b) A measuring microphone shall be situated 0,1 m from the reference point unless otherwise specified.
- c) The RMS value of the fundamental component P_f and the RMS values P_{nf} of n^{th} -order harmonic components with $n > 1$ shall be determined by applying spectral analysis to the measured sound pressure signal P_t .
- d) THD shall be determined by the formula:
in %:

$$d_t = \frac{\sqrt{P_{2f}^2 + P_{3f}^2 + \dots + P_{nf}^2}}{P_t} \times 100 \quad (31)$$

in dB:

$$L_{dt} = 20 \lg \left(\frac{d_t}{100} \right) \quad (32)$$

- e) The results of the measurement shall be presented graphically as a function of the fundamental frequency. Together with the results, the following information is given:
 - the input voltage;
 - the method used, a sinusoidal chirp or a steady-state signal;
 - any discrete frequencies used;
 - the distance of the measuring microphone from the reference point if it differs from 0,1 m and the conditions of the measurement (free-field or half-space free-field).

17.2 Harmonic distortion of the n^{th} order

17.2.1 Characteristic to be specified

The harmonic distortion of the n^{th} order shall be specified in terms of total sound pressure P_t .

17.2.2 Method of measurement for input voltages up to the rated sinusoidal voltage

- a) The microspeaker shall be brought under free-field conditions for microspeaker systems and in half-space free-field conditions for microspeaker units. A series of sinusoidal input voltages with increasing frequencies of up to 10 000 Hz shall be supplied to the microspeaker. The input voltages chosen shall be the most relevant for the intended use, and should include, but not exceed, the rated sinusoidal voltage in accordance with 19.4. The range of frequencies shall be covered by means of sinusoidal chirp because a step-by-step method may cause important information to be missed.
- b) A measuring microphone shall be situated 0,1 m from the reference point unless otherwise specified.
- c) The RMS value of the fundamental component P_f and the RMS values P_{nf} of n^{th} -order harmonic components with $n > 1$ shall be determined by applying spectral analysis to the measured sound pressure signal P_t .
- d) The harmonic distortion of the n^{th} order shall be determined by the formula in %:

$$d_n = \frac{P_{nf}}{P_t} \times 100 \quad (33)$$

in dB:

$$L_{dn} = 20 \lg \left(\frac{d_n}{100} \right) \quad (34)$$

- e) The results of the measurement shall be presented graphically as a function of fundamental frequency. Together with the results, the following information shall be given:
 - the input voltage;
 - the method used, a sinusoidal chirp or a steady-state signal;
 - any discrete frequencies used;
 - the distance of the measuring microphone from the reference point if it differs from 0,1 m and the conditions of the measurement (free-field or half-space free-field).

17.3 Total higher-order harmonic distortion components (HOHD)

17.3.1 Characteristic to be specified

HOHD shall be specified in terms of total sound pressure P_t .

NOTE The measurement of HOHD is less suitable for the evaluation of loudspeaker defects, which generate impulsive distortion with a high crest factor. Those defects generate a small RMS value of calculated HOHD but are still audible and degrade the perceived sound quality. A more sensitive measurement detects the peak value of the high-pass filtered distortion in the time domain as suggested in Clause 24 of IEC 60268-21:2018.

17.3.2 Method of measurement for input voltages up to the rated sinusoidal voltage

- a) The microspeaker shall be brought under free-field conditions for microspeaker systems and in half-space free-field conditions for microspeaker units. A series of sinusoidal input voltages with increasing frequencies of up to 2 000 Hz shall be supplied to the microspeaker. The input voltages chosen shall not exceed the rated sinusoidal voltage in accordance

with 19.4. The range of frequencies shall be covered by means of sinusoidal chirp because a step-by-step method may cause important information to be missed.

- b) A measuring microphone shall be situated 0,1 m from the reference point unless otherwise specified.
- c) The RMS value of the fundamental component P_f and the RMS values P_{nf} of n^{th} -order harmonic components with $n > 1$ shall be determined by applying spectral analysis to the measured sound pressure signal P_t .
- d) HOHD shall be determined by the formula:
in %:

$$d_h = \frac{\sqrt{P_{mf}^2 + P_{(m+1)f}^2 + \dots + P_{nf}^2}}{P_t} \times 100 \quad (35)$$

in dB:

$$L_{dh} = 20 \lg \left(\frac{d_h}{100} \right) \quad (36)$$

The order for harmonic components shall be specified by the manufacturer.

- e) The results of the measurement shall be presented graphically as a function of fundamental frequency. Together with the results, the following information shall be given:
 - the input voltage;
 - the method used, a sinusoidal chirp or a steady-state signal;
 - any discrete frequencies used;
 - the distance of the measuring microphone from the reference point if it differs from 0,1 m and the conditions of the measurement (free-field or half-space free-field).

17.4 Modulation distortion of the n^{th} order (where $n = 2$ or $n = 3$)

17.4.1 Characteristic to be specified

The modulation distortion of the n^{th} order shall be specified as the ratio of the arithmetic sum of the RMS values of the sound pressure due to distortion components at frequencies $f_2 \pm (n - 1)f_1$ to the RMS value of the sound pressure due to signal f_2 .

f_1 and f_2 are the frequencies of two input signals whose ratio of amplitudes shall be specified, with f_1 being smaller than f_2 .

17.4.2 Method of measurement

- a) The microspeaker shall be brought under free-field or half-space free-field conditions. Two sources of sinusoidal signals with an amplitude ratio of 4:1 with frequencies f_1 and f_2 ($f_1 < f_2 / 8$) shall be connected to the input of an amplifier, and the output signal, being a linear superposition of f_1 and f_2 , connected to the microspeaker.

The method of measurement for the two signals to the amplifier should be applied in accordance with IEC 60268-3.

- b) A measuring microphone shall be situated 0,1 m from the reference point unless otherwise specified.
- c) A wave analyser shall be connected to the measuring microphone. Distortion components measured can be due both to modulation distortion and the Doppler effect. In order to separate the two kinds of distortions, phase measurements shall be required. Only the modulation components of frequencies $f_2 \pm f_1$ and $f_2 \pm 2f_1$ shall be considered.

NOTE Measurements of higher-order components have generally not been found to be valuable.

- d) The modulation distortion of the second order shall be determined by the formula:
in %:

$$d_2 = \frac{P_{(f_2-f_1)} + P_{(f_2+f_1)}}{P_{f_2}} \times 100 \quad (37)$$

in dB:

$$L_{d2} = 20 \lg \left(\frac{d_2}{100} \right) \quad (38)$$

The modulation distortion of the third order shall be determined by the formula:

in %:

$$d_3 = \frac{P_{(f_2-2f_1)} + P_{(f_2+2f_1)}}{P_{f_2}} \times 100 \quad (39)$$

in dB:

$$L_{d3} = 20 \lg \left(\frac{d_3}{100} \right) \quad (40)$$

- e) The results of the measurement shall be presented graphically, as a function of the reference voltage, which is the RMS value of a sinusoidal voltage with the same peak-to-peak value as the test signal applied to the microspeaker terminals. The conditions of measurement (free-field or half-space free-field), the frequencies f_1 and f_2 , and their amplitude ratio shall be stated with the results.

18 Listening test

18.1 Listening test for normal operation

Confirm normal operation by applying a programme signal to the microspeaker to be tested.

- Mount the microspeaker as described in Clause 6.
- Apply the programme signal with maximum RMS voltage equal to the rated noise voltage of the microspeaker.
- Check the sound level, tone quality, noise, and for the presence of other defects.

NOTE The programme signal is a speech or music signal of normal spectral distribution.

18.2 Listening test for irregular distortion

This test checks for irregular distortion by listening to ascertain whether the microspeaker works normally when applying the rated sinusoidal voltage to the microspeaker terminals.

- Mount the microspeaker as specified in Clause 6.
- Check the sound of the microspeaker by applying the sinusoidal voltage to the microspeaker, changing the frequency of the sinusoidal signal, within the rated frequency range. The measuring voltage and frequency shall be set by the manufacturer.
- The listening position should be one where any abnormal sound is easily heard.
- Check the sound level, sound quality, noise level, and for other abnormal sound.

- e) The power amplifier should have output impedance smaller than one-third of the rated impedance of the microspeaker, and should be able to provide a sinusoidal voltage that is at least twice the rated sinusoidal voltage of the microspeaker. The total harmonic distortion shall not exceed 1 % at the microspeaker terminals.

NOTE This test is conducted mainly during the manufacturing process, and it is not necessary to report the result.

19 Input voltage/electrical power

19.1 Rated noise voltage/power

19.1.1 Characteristic to be specified

NOTE 1 This is a rated condition in accordance with 4.1.

The voltage of a noise signal simulating a normal programme, which the microspeaker can handle without any thermal or mechanical damage, shall be specified by the manufacturer.

The rated noise power calculated from the formula U_n^2/R shall be specified, where U_n is the rated noise voltage and R is the rated impedance.

NOTE 2 The rated noise voltage/power depends upon the way the microspeaker is mounted, e.g. unmounted or mounted in a specified measuring enclosure.

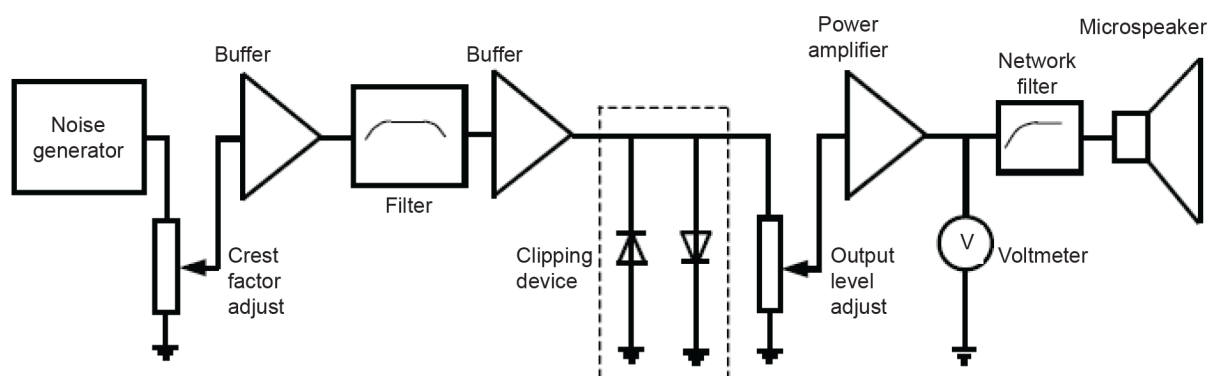
19.1.2 Method of measurement

- a) The following equipment or its equivalent shall be included in the chain of measurement:
- a pink noise generator;
 - a suitable weighting network to obtain the noise signal in accordance with IEC 60268-1;
 - a power amplifier with clipping network;
 - the microspeaker being tested, mounted as specified; the microspeaker shall be tested without a standard micro-baffle, unless a measuring enclosure is specified by the manufacturer.

If more than one microspeaker is tested simultaneously, care should be taken to ensure that interaction between the microspeakers is not significant.

If a microspeaker is designed to operate in a restricted frequency range, and a corresponding network for frequency limitation is not an integral part of the microspeaker, an adequate network to be connected to the microspeaker during the test should be specified by the manufacturer. This network then forms an integral part of the microspeaker, and the rated impedance should be related to the input terminals of this network, its output being loaded by the microspeaker.

The order in which the elements in the chain are connected should be as shown in Figure 9.



IEC

Figure 9 – Block diagram of test setup

- b) The frequency response of the power amplifier, when measured at the input terminals of the microspeaker being tested, shall be constant to within $\pm 0,5$ dB in the frequency range from 20 Hz to 20 000 Hz. The clipped noise at the terminals of the microspeaker being tested shall have a frequency distribution as specified in IEC 60268-1, and a peak-to-RMS ratio between 1,8 and 2,2.
- c) The power amplifier shall have an output impedance not greater than one-third of the rated impedance of the microspeaker in accordance with 13.2. The amplifier shall be capable of supplying the microspeaker with a peak voltage of the sinusoidal signal without clipping. That peak voltage is at least twice that of the test noise voltage.
- d) The microspeaker shall be tested under each specified climatic condition for a continuous period of 96 h at a rated voltage corresponding to that which the microspeaker is required to handle.
- e) Immediately after the test, the microspeaker shall be stored under climatic conditions such as normally exist in ordinary rooms or laboratories. Unless otherwise specified, the recovery period shall be 2 h.
- f) The microspeaker should be deemed to have fulfilled the requirements of this test if, at the end of the storage period, there is no significant change in the electrical, mechanical, and acoustic characteristics of the microspeaker itself in comparison with those stated in the datasheet for the microspeaker type, other than a change in the resonance frequency.

The acceptability of this change is subject to negotiation; it should therefore be stated.

19.2 Short-term maximum input voltage/power

19.2.1 Characteristic to be specified

The short-term maximum input voltage that the microspeaker can handle without causing permanent damage for a period of 1 s, when the signal is a noise signal simulating normal programme material (in accordance with IEC 60268-1), shall be specified. The test shall be repeated 60 times at intervals of 1 min.

The short-term maximum power calculated from the formula U_{st}^2 / R shall be specified, where U_{st} is the short-term maximum input voltage and R is the rated impedance.

19.2.2 Method of measurement

The method of measurement for rated noise voltage specified in 19.1.2 shall be used, except that the test signal shall be produced by a gated source of weighted noise signal that simulates normal program material (in accordance with IEC 60268-1).

The RMS value of the voltage applied to the microspeaker during the "on" period may be conveniently measured by removing the gating action and measuring the RMS voltage of the continuous noise signal, with the microspeaker being replaced by a resistor equal in value to the rated impedance of the microspeaker.

19.2.3 Protective devices

- a) If the microspeaker is fitted with a protective device, the short-term maximum input voltage/power shall be taken as the input voltage/power applied for the specified period of time that causes the protective device to operate.
- b) If the operation of a protective device causes the load impedance presented by the microspeaker to the amplifier to decrease to less than 80 % of the rated impedance at any frequency, the minimum value of the microspeaker electrical input impedance shall be stated by the manufacturer.

19.3 Long-term maximum input voltage/power

19.3.1 Characteristic to be specified

The long-term maximum input voltage that the microspeaker can handle, without causing permanent damage, for a period of 1 min when the signal is a noise signal simulating normal programme material (in accordance with IEC 60268-1), shall be specified. The test shall be repeated 10 times at intervals of 2 min.

The long-term maximum power calculated from the formula U_{lt}^2/R shall be specified, where U_{lt} is the long-term maximum input voltage and R is the rated impedance.

19.3.2 Method of measurement

The method of measurement for rated noise voltage as described in 19.1.2 shall be used, except that the test signal shall be produced by a gated source of weighted noise signal that simulates normal programme material (in accordance with IEC 60268-1).

The RMS value of the voltage applied to the microspeaker during the "on" period may be conveniently measured by removing the gating action and measuring the RMS voltage of the continuous noise signal, with the microspeaker being replaced by a resistor equal in value to the rated impedance of the microspeaker.

19.3.3 Protective devices

- a) If the microspeaker is fitted with a protective device, the long-term maximum input voltage/power shall be taken as the input voltage/power applied for the specified period of time that causes the protective device to operate.
- b) If the operation of a protective device causes the load impedance presented by the microspeaker to the amplifier to decrease to less than 80 % of the rated impedance at any frequency, the minimum value of the microspeaker electrical input impedance shall be stated by the manufacturer.

19.4 Rated sinusoidal voltage/power

NOTE This is a rated condition in accordance with 4.1.

19.4.1 Characteristic to be specified

The voltage of a continuous sinusoidal signal within the rated frequency range, which the microspeaker can handle continuously without any thermal or mechanical damage, shall be specified by the manufacturer.

The rated sinusoidal power calculated from the formula U_s^2/R shall be specified, where U_s is the rated sinusoidal voltage and R is the rated impedance.

This voltage/power can vary as a function of frequency, in which case different values may be assigned in specified frequency ranges.

These values depend on the way in which the microspeaker is mounted in accordance with Clause 6.

19.4.2 Method of measurement

The method of measurement for rated noise voltage in 19.1.2 shall be used, except that the test signal source shall be a sinusoidal signal. The method shall be valid for determining the upper-input voltage limit for measurement during a specified period of time. If no period of time is specified, a maximum of 1 h shall be used.

20 Environmental testing

20.1 Temperature ranges

20.1.1 Performance-limited temperature range – Characteristic to be specified

The temperature range over which the variation of the characteristics of the microspeaker shall not exceed the specified tolerances.

20.1.2 Damage-limited temperature range – Characteristic to be specified

It is the temperature range which, if exceeded during operation or storage, may result in permanent changes in the operating characteristics of the microspeaker.

20.2 Humidity ranges

20.2.1 Relative humidity range – Characteristic to be specified

This is the relative humidity range over which the variation in the characteristics of the microspeaker shall not exceed the specified tolerances.

20.2.2 Damage-limited humidity range – Characteristic to be specified

This is the relative humidity range which, if exceeded during operation or storage, may result in permanent changes in the operating characteristics of the microspeaker.

20.3 Cold storage

20.3.1 Characteristic to be specified

The lowest storage temperature that the microspeakers can continuously handle without any damage shall be specified by the manufacturer.

20.3.2 Method of measurement

- a) The following equipment or equivalent shall be included in the chain of measurement:
 - temperature chamber;
 - the microspeaker being tested, mounted as specified; the microspeaker units shall be tested without a standard micro-baffle, unless a specified measuring enclosure is specified by the manufacturer.
- b) Initial measurements to check that the microspeakers have normal electrical and mechanical performance.
- c) The microspeakers are placed in the temperature chamber with the power off, and continuously exposed for 96 h to a pre-determined low temperature.
- d) After at least 2 h of recovery time in the normal climatic condition (in accordance with 4.2), the microspeakers are inspected visually and functionally to check normal electrical and mechanical performance as described in the specification.

20.4 Cold usage

20.4.1 Characteristic to be specified

The lowest temperature that the microspeakers can work at continuously without any damage shall be specified by the manufacturer.

20.4.2 Method of measurement

- a) The following equipment or equivalent shall be included in the chain of measurement:
 - a pink-noise generator;

- a suitable weighting network to obtain the noise signal in accordance with IEC 60268-1;
 - a power amplifier with clipping network;
 - a temperature chamber;
 - the microspeaker being tested, mounted as specified; the microspeaker units shall be tested without a standard micro-baffle, unless a measuring enclosure is specified by the manufacturer.
- b) Initial measurements to check that the microspeakers have normal electrical and mechanical performance.
- c) The microspeakers are placed in a temperature chamber. Rated noise voltage is applied (in accordance with 19.1) to the microspeakers. The microspeakers shall operate under a pre-determined low-temperature environment for a continuous period of 96 h.
- d) After at least 2 h of recovery time in normal climatic conditions (in accordance with 4.2), the microspeakers are inspected visually and functionally to check normal electrical and mechanical performance, as described in the specification.

20.5 Dry heat storage

20.5.1 Characteristic to be specified

The highest storage temperature that the microspeakers can continuously handle without any damage shall be specified by the manufacturer.

20.5.2 Method of measurement

- a) The following equipment or equivalent shall be included in the chain of measurement:
- a temperature chamber;
 - the microspeaker being tested, mounted as specified; the microspeaker units shall be tested without a standard micro-baffle, unless a specified measuring enclosure is specified by the manufacturer.
- b) Initial measurements to check that the microspeakers have normal electrical and mechanical performance.
- c) The microspeakers are placed in the temperature chamber with the power off, and continuously exposed for 96 h to a pre-determined high temperature.
- d) After at least 2 h of recovery time in normal climatic conditions (in accordance with 4.2), the microspeakers are inspected visually and functionally to check normal electrical and mechanical performance.

20.6 Dry heat usage

20.6.1 Characteristic to be specified

The highest temperature that the microspeakers can continuously work at without any damage shall be specified by the manufacturer.

20.6.2 Method of measurement

- a) The following equipment, or equivalent, shall be included in the chain of measurement:
- a pink-noise generator;
 - a suitable weighting network to obtain the noise signal in accordance with IEC 60268-1;
 - a power amplifier with clipping network;
 - a temperature chamber;
 - the microspeaker being tested, mounted as specified; the microspeaker units shall be tested without a standard micro-baffle, unless an enclosure is specified by the manufacturer;
- b) Initial measurements to check that the microspeakers exhibit normal electrical and mechanical performance.

- c) The microspeakers are placed in the temperature chamber. Rated noise voltage is applied (in accordance with 19.1) to the microspeakers. The microspeakers shall operate in a pre-determined high-temperature environment for a continuous period of 96 h.
- d) After at least 2 h of recovery time under normal climatic conditions (in accordance with 4.2), the microspeakers are inspected visually and functionally to check normal electrical and mechanical performance, as described in the specification.

20.7 Thermal shock (rapid change of temperature with prescribed time of transition)

20.7.1 Characteristic to be specified

The temperature range that the microspeakers can handle continuously, under thermal shocks without any damage, shall be specified by the manufacturer.

20.7.2 Method of measurement

- a) The following equipment or equivalent shall be included in the chain of measurement:
 - temperature chamber;
 - the microspeaker being tested, mounted as specified; the microspeaker units shall be tested without a standard micro-baffle, unless an enclosure is specified by the manufacturer.
- b) Initial measurements to check that microspeakers exhibit normal electrical and mechanical performance.
- c) The microspeakers are placed in the chamber with the power off, and continuously exposed for 30 min to a pre-determined low temperature.
- d) The temperature inside the chamber is then raised to a higher value. The changing time at elevated or reduced temperatures should be less than 3 min.
- e) After the microspeakers have been exposed for 30 min to the high temperature, the temperature inside the chamber drops to a lower value once again.
- f) Repeat the above cycle, items c) to e), 100 times.
- g) After at least 2 h of recovery time under normal climatic conditions (in accordance with 4.2), the microspeakers are inspected visually and functionally to check for normal electrical and mechanical performance, as specified by the manufacturer.

20.8 Steady damp heat

20.8.1 Characteristic to be specified

The constant temperature and relative humidity that the microspeakers can handle continuously without damage shall be specified by the manufacturer.

20.8.2 Method of measurement

- a) The following equipment or equivalent shall be included in the chain of measurement:
 - a temperature chamber;
 - the microspeaker being tested, mounted as specified; the microspeaker units shall be tested without a standard micro-baffle, unless an enclosure is specified by the manufacturer.
- b) Initial measurements to check that the microspeakers exhibit normal electrical and mechanical performance.
- c) The microspeakers are placed in the chamber with the power off and continuously exposed for 96 h to a pre-determined temperature and relative humidity.
- d) After at least 2 h of recovery time under normal climatic conditions (in accordance with 4.2), the microspeakers are inspected visually and functionally to check for normal electrical and mechanical performance, as described in the specification.

21 Stray magnetic fields

21.1 General

It is sometimes necessary to know the value of the magnetic field generated by the microspeaker in order to prevent interference with other nearby components, such as television and video components, computer devices, on-board aircraft instrumentation, etc.

21.2 Static components

21.2.1 Characteristic to be specified

The maximum value of the static magnetic field strength, in A/m, produced by the magnet system of the microspeaker at 1 mm by any part (or associated parts) of its rear, or from any part of its enclosure, when no audio signal is applied, shall be specified.

If the static component (H) is measured as magnetic induction, the measured value shall be converted into A/m using the following relations

$$H = \frac{B}{\mu_0} \quad (41)$$

Where,

μ_0 is the magnetic permeability of vacuum/air, $4\pi \times 10^{-7}$ H/m;

B is the magnetic flux density, in T.

21.2.2 Method of measurement

- a) The static magnetic flux shall be measured using a Hall (or other suitable type) probe flux meter. A non-magnetic holder (wood or plastic, for example) shall be fitted onto the probe to control the measuring distance from the microspeaker being tested, as shown in Figure 10.

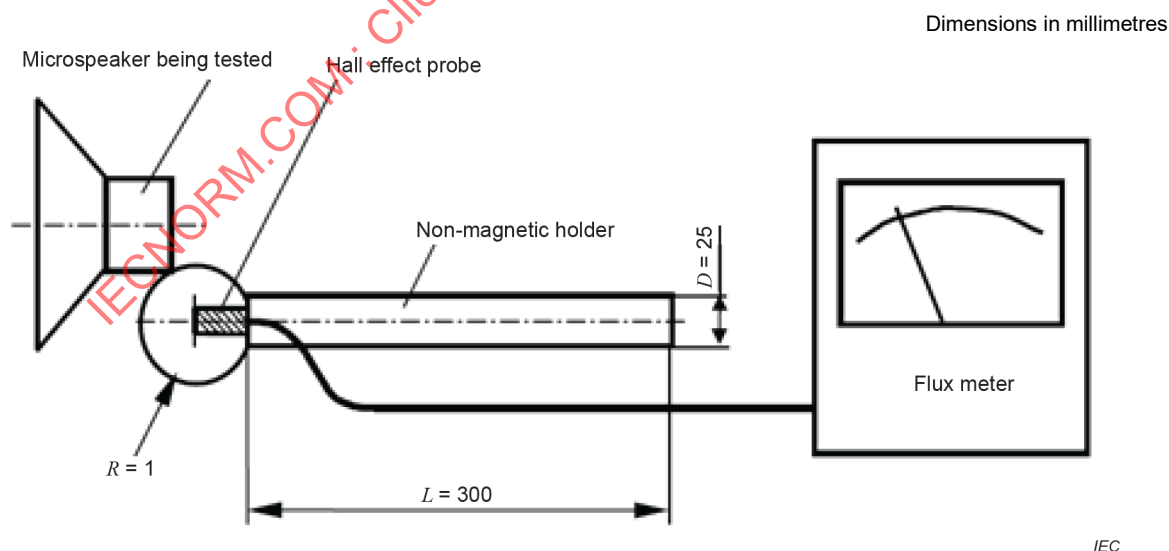


Figure 10 – Measuring apparatus for stray magnetic field

- b) Prior to starting the measurement, it shall be necessary to set the instrument to zero as instructed by the manufacturer, in order to eliminate the influence of the Earth's magnetic field. To do this, the Hall probe fixture shown in Figure 10 shall be properly oriented and fixed to nullify the indication due to the Earth's magnetic field. Care should be taken to remove any magnetic material from the measuring area, which exhibits a low and uniform ambient magnetic field.

- c) When the Hall probe is properly oriented, the microspeaker being tested shall be moved about the Hall probe holder to obtain the highest measured value. Measurement may also be made by changing the position and orientation of the Hall probe instead of changing that of the microspeaker. If the positioning of the Hall probe is used, the measuring space shall not exhibit any external magnetic influence that exceeds $1/10^{\text{th}}$ of the magnetic field strength to be measured.
- d) The highest measured value of magnetic field strength expressed in A/m shall be recorded as the result.

The report should include the position and orientation needed to generate the maximum values with respect to the reference plane and the reference point of the microspeaker. This information may be shown in a diagram.

21.3 Dynamic components

21.3.1 Characteristic to be specified

The maximum values of both the static and alternating components of magnetic field strength shall be specified in A/m. These are created by the microspeaker and associated parts at a measuring distance of 1 mm when the microspeaker is driven at its rated noise voltage of the simulated programme signal in accordance with IEC 60268-1.

Both the static and the alternating components shall be specified. The rated noise voltage shall be stated with the results.

21.3.2 Method of measurement

- a) During the measurement, the microspeaker to be tested shall be electrically driven by the simulated programme signal in accordance with IEC 60268-1, at its rated noise voltage condition, in accordance with 19.1, during measurement.
- b) The static and alternating components shall be measured using a Hall probe flux meter (or one other suitable type with a measuring range of up to 10 000 Hz) while the measurement of the alternating component is possible with the standard search coil in accordance with IEC 60268-1. A non-magnetic holder (wood or plastic, for example) shall be fitted onto the probe to control the measuring distance from the microspeaker being tested, as in 21.2.2.
- c) For a static component, the measuring procedure shall be the same as that described in 21.2.2 b).
- d) For an alternating component, before commencing the measurement, the Hall probe (or search coil) fixture shall be oriented so that no external influence can reach $1/10$ of the alternating component to be measured, within the measuring frequency band.
Care should be exercised in removing electromagnetic influences from the measuring area that can compromise the desired measuring accuracy.
- e) When the magnetic probe is properly oriented, the microspeaker being tested shall be applied against the magnetic probe holder, in all possible positions, until the highest measured value is found. Measurement can also be made by changing the position and orientation of the Hall probe instead of changing that of the microspeaker. In this case, the measuring area shall not exhibit any external magnetic influence exceeding $1/10$ of the magnetic field strength to be measured.
- f) The highest measured values of the static component and the alternating component of the magnetic field strength, expressed in A/m, shall be recorded as the result.

The report should include the position and orientation of the maximum values with respect to the reference plane and the reference point of the microspeaker. This information can be shown in a diagram.

22 Physical characteristics

22.1 Dimensions

The outer dimensions of the microspeaker, in accordance with the uses, shall be specified.

22.2 Weight

The total mass of the microspeaker, when ready for use, shall be specified.

23 Design data

Further design data shall be specified as additional information, such as

- number of turns of the voice coil;
- mass, material, and type of magnet;
- length of the voice coil;
- height of the magnetic gap;
- maximum excursion X_{p-p} .

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63034:2020

Bibliography

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12h + 12h cycle)*

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

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

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

H. Hiebel, *Suspension Creep Models for Miniature Loudspeakers*, Presented at the 132th AES Convention, April 2012 Budapest, Hungary.

W. Klippel, U. Seidel, *Fast and accurate measurement of linear transducer parameters*, Presented at the 110th AES Convention, May 2001 Amsterdam, The Netherlands.

Le Yi, Shen Yong, Xia Jie, *Calculation of loudspeaker cabinet diffraction and correction*, *Chin. Phys. Lett.*, 2011, 28 (10):104303. ISSN 0256-307X

Le Yi, Shen Yong, Xia Jie, *A diffractive study on the relation between finite baffle and loudspeaker measurement*, *J. Audio Eng. Soc.*, 2011, 59 (12):944-952. ISSN 1549-4950

R. H. Small, *Direct-radiator Loudspeaker System Analysis*, *J. Audio Eng. Society* 20, No. 5, pp. 383-395 (June. 1972)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63034:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	49
1 Domaine d'application	51
2 Références normatives	51
3 Termes, définitions et abréviations	51
3.1 Termes et définitions	51
3.2 Abréviations	52
4 Conditions de mesurage	52
4.1 Conditions de mesurage assignées	52
4.2 Conditions climatiques	52
4.3 Conditions de mesure normales	52
5 Environnement acoustique	53
5.1 Généralités	53
5.2 Conditions de champ libre	53
5.3 Conditions de champ libre en demi-espace	53
5.4 Conditions de champ libre simulé	53
5.5 Conditions de champ libre simulé en demi-espace	53
6 Montage du micro-haut-parleur	54
6.1 Montage et charge acoustique des unités de micro-haut-parleur	54
6.2 Montage et charge acoustique des systèmes de micro-haut-parleur	54
6.3 Microécran acoustique normalisé	54
6.4 Mesurage du tube à ondes planes	55
7 Positionnement du micro-haut-parleur et du microphone de mesure	56
7.1 Positionnement du micro-haut-parleur	56
7.1.1 Condition géométrique assignée	56
7.1.2 Plan de référence	57
7.1.3 Point de référence	57
7.1.4 Vecteur normal	57
7.1.5 Vecteur polaire	57
7.2 Mesure de la distance dans les conditions de champ libre et de champ libre en demi-espace	57
7.2.1 Condition de champ lointain	57
7.2.2 Unité de micro-haut-parleur simple (transducteur)	58
7.2.3 Systèmes de micro-haut-parleurs à plusieurs unités	58
7.3 Positionnement du micro-haut-parleur et du microphone dans des conditions de champ libre simulé et de champ libre en demi-espace	58
8 Équipement de mesure	58
9 Exactitude de la mesure	59
9.1 Généralités	59
9.2 Bruit acoustique et électrique non désiré	59
9.3 Précision du montage	59
9.4 Précision de l'équipement de mesure	59
9.5 Précision de l'environnement acoustique	59
10 Marquage des bornes et des commandes	59
10.1 Généralités	59
10.2 Borne positive	59
10.2.1 Caractéristique à spécifier	59

10.2.2	Marquage	59
10.2.3	Méthode d'essai	60
11	Signaux d'essai	60
11.1	Généralités	60
11.2	Signal sinusoïdal en régime permanent	60
11.3	Signal à modulation de fréquence pulsée sinusoïdale	60
11.4	Signal sinusoïdal à fréquences multiples discret	61
11.5	Signal de bruit à large bande	62
11.6	Signal de bruit à bande étroite	62
12	Préconditionnement	62
12.1	Acclimatation	62
12.2	Préchargement	62
13	Impédance d'entrée électrique	62
13.1	Courbe d'impédance d'entrée électrique	62
13.1.1	Caractéristiques à spécifier	62
13.1.2	Méthode de mesure	63
13.2	Impédance assignée	63
14	Paramètres de faible signal du micro-haut-parleur	63
14.1	Généralités	63
14.2	Caractéristiques à spécifier	64
14.2.1	Fréquence de résonance f_s	64
14.2.2	Résistance en courant continu de la bobine acoustique du moteur R_{dc}	64
14.2.3	Inductance de bobine acoustique L_e	64
14.2.4	Facteur Q total Q_{ts}	64
14.2.5	Facteur Q électrique Q_{es}	64
14.2.6	Facteur Q mécanique Q_{ms}	64
14.2.7	Conformité mécanique C_{ms}	64
14.2.8	Masse en mouvement M_{ms}	64
14.2.9	Résistance mécanique R_{ms}	65
14.2.10	Facteur de force Bl	65
14.2.11	Volume d'air équivalent V_{as} de l'élasticité de l'unité de micro-haut-parleur	65
14.2.12	Zone de rayonnement effective S_D	65
14.3	Méthode de mesure	65
14.3.1	Généralités	65
14.3.2	Méthode de télémétrie par laser	65
14.3.3	Méthode du volume ajouté	67
14.3.4	Méthode de la masse ajoutée	69
15	Déplacement	69
15.1	Courbe de déplacement	69
15.1.1	Caractéristiques à spécifier	69
15.1.2	Méthode de mesure	69
15.2	Composante en courant continu X_{dc}	70
15.2.1	Caractéristiques à spécifier	70
15.2.2	Méthode de mesure	71
15.3	Déplacement de crête limité par la distorsion X_d	71

15.3.1	Caractéristiques à spécifier	71
15.3.2	Méthode de mesure	71
15.4	Déplacement de crête sinusoïdal X_s	72
16	Réponse amplitude-fréquence	72
16.1	Plage de fréquences assignée	72
16.2	Réponse en fréquence	72
16.2.1	Caractéristique à spécifier	72
16.2.2	Méthode de mesure	72
16.3	Pression acoustique moyenne dans une bande de fréquences indiquée	72
16.3.1	Caractéristiques à spécifier	72
16.3.2	Méthode de mesure	72
16.4	Plage de fréquences effective	73
16.4.1	Caractéristiques à spécifier	73
16.4.2	Méthode de mesure	73
17	Non-linéarité d'amplitude	73
17.1	Distorsion harmonique totale (THD)	73
17.1.1	Caractéristique à spécifier	73
17.1.2	Méthode de mesure des tensions d'entrée jusqu'à la tension sinusoïdale assignée	73
17.2	Distorsion harmonique de n ^e ordre	74
17.2.1	Caractéristique à spécifier	74
17.2.2	Méthode de mesure des tensions d'entrée jusqu'à la tension sinusoïdale assignée	74
17.3	Composantes de distorsion harmonique d'ordre supérieur totale (HOHD)	75
17.3.1	Caractéristique à spécifier	75
17.3.2	Méthode de mesure des tensions d'entrée jusqu'à la tension sinusoïdale assignée	75
17.4	Distorsion de modulation du n ^{ième} ordre (où $n = 2$ ou $n = 3$)	76
17.4.1	Caractéristique à spécifier	76
17.4.2	Méthode de mesure	76
18	Essai d'écoute	77
18.1	Essai d'écoute en fonctionnement normal	77
18.2	Essai d'écoute pour la distorsion irrégulière	77
19	Tension d'entrée/puissance électrique	77
19.1	Tension/puissance de bruit assignée	77
19.1.1	Caractéristique à spécifier	77
19.1.2	Méthode de mesure	78
19.2	Tension/puissance d'entrée maximale à court terme	79
19.2.1	Caractéristique à spécifier	79
19.2.2	Méthode de mesure	79
19.2.3	Dispositifs de protection	79
19.3	Tension/puissance d'entrée maximale à long terme	79
19.3.1	Caractéristique à spécifier	79
19.3.2	Méthode de mesure	80
19.3.3	Dispositifs de protection	80
19.4	Tension/puissance sinusoïdale assignée	80
19.4.1	Caractéristique à spécifier	80
19.4.2	Méthode de mesure	80
20	Essais d'environnement	80

20.1	Plages de températures	80
20.1.1	Plage de températures limitée de l'aptitude à la fonction – Caractéristique à spécifier	80
20.1.2	Plage de températures limitée de dommage – Caractéristique à spécifier	81
20.2	Plages d'humidités	81
20.2.1	Plage d'humidités relatives – Caractéristique à spécifier	81
20.2.2	Plage d'humidités limitée de dommage – Caractéristique à spécifier	81
20.3	Stockage à froid	81
20.3.1	Caractéristique à spécifier	81
20.3.2	Méthode de mesure	81
20.4	Usage à froid	81
20.4.1	Caractéristique à spécifier	81
20.4.2	Méthode de mesure	81
20.5	Stockage sous chaleur sèche	82
20.5.1	Caractéristique à spécifier	82
20.5.2	Méthode de mesure	82
20.6	Usage sous chaleur sèche	82
20.6.1	Caractéristique à spécifier	82
20.6.2	Méthode de mesure	82
20.7	Choc thermique (variation rapide de la température avec la durée de transition indiquée)	83
20.7.1	Caractéristique à spécifier	83
20.7.2	Méthode de mesure	83
20.8	Chaleur humide continue	83
20.8.1	Caractéristique à spécifier	83
20.8.2	Méthode de mesure	83
21	Champs magnétiques parasites	84
21.1	Généralités	84
21.2	Composantes statiques	84
21.2.1	Caractéristique à spécifier	84
21.2.2	Méthode de mesure	84
21.3	Composantes dynamiques	85
21.3.1	Caractéristique à spécifier	85
21.3.2	Méthode de mesure	85
22	Caractéristiques physiques	86
22.1	Dimensions	86
22.2	Poids	86
23	Données de conception	86
	Bibliographie	87
	Figure 1 – Microécran acoustique normalisé	55
	Figure 2 – Microécran acoustique normalisé avec écran acoustique secondaire	55
	Figure 3 – Tube à ondes planes	56
	Figure 4 – Conditions géométriques assignées du micro-haut-parleur	57
	Figure 5 – Courbe d'impédance d'entrée électrique du micro-haut-parleur	67
	Figure 6 – Valeurs de crête et valeurs minimales du déplacement	70
	Figure 7 – Courbe de déplacement	70

Figure 8 – Composante en courant continu du déplacement	71
Figure 9 – Schéma fonctionnel d'un montage d'essai	78
Figure 10 – Appareil de mesure du champ magnétique parasite	84

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63034:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MICRO-HAUT-PARLEURS

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 63034 a été établie par le comité d'étude 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

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

CDV	Rapport de vote
100/3107/CDV	100/3211/RVC

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

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

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, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63034:2020

MICRO-HAUT-PARLEURS

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les caractéristiques des micro-haut-parleurs, ainsi que les méthodes d'essai pertinentes des micro-haut-parleurs à l'aide de signaux sinusoïdaux en régime permanent, d'une modulation de fréquence pulsée sinusoïdale, de signaux à fréquences multiples ou de bruit. Les principales caractéristiques incluent l'impédance, le déplacement, la réponse en fréquence/amplitude, la distorsion, et la gestion de puissance, cette liste n'étant pas exhaustive.

2 Références normatives

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

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

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

IEC 60268-21:2018, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 21: Mesures acoustiques (basées sur la sortie)*

IEC 60268-22:2020, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 22: Mesurages électriques et mécaniques sur transducteurs*

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

3 Termes, définitions et abréviations

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

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

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

3.1 Termes et définitions

3.1.1

micro-haut-parleur

haut-parleur, dont l'élément rayonnant (la membrane ou un autre élément rayonnant) ne dépasse pas 40 mm

Note 1 à l'article: Le terme "micro-haut-parleur" s'applique à l'unité de micro-haut-parleur (transducteur) ainsi qu'aux systèmes de micro-haut-parleurs passifs, qui sont composés d'un ou de plusieurs transducteurs avec des structures acoustiques (chambre, accès, ouverture, par exemple).

3.2 Termes abrégés

HOHD higher-order harmonic distortion (distorsion harmonique d'ordre supérieur)

4 Conditions de mesure

4.1 Conditions de mesure assignées

Pour des raisons pratiques, le présent document spécifie comment doit être monté l'équipement pour systèmes électroacoustiques en vue de réaliser les mesures. Les conditions de mesure normales sont définies dans le présent document. Certaines valeurs (appelées "conditions assignées") doivent être relevées dans les spécifications du fabricant afin d'obtenir les conditions réelles pour le mesurage.

Ces conditions assignées ne sont pas soumises au mesurage, mais elles constituent la base pour la réalisation des mesurages en vue de déterminer les autres caractéristiques.

Les conditions assignées suivantes sont de ce type et doivent être déclarées par le fabricant:

- impédance assignée;
- tension sinusoïdale ou puissance assignée;
- tension de bruit assignée ou puissance assignée;
- plage de fréquences assignée;
- condition géométrique assignée;
- conditions ambiantes assignées.

NOTE Une explication exhaustive du terme "assigné" est donnée dans l'IEC 60268-2. Voir également le terme 151-16-08 dans l'IEC 60050-151:2001.

4.2 Conditions climatiques

L'IEC 60268-1 stipule qu'il convient de réaliser les essais dans l'environnement suivant en vue d'éviter une influence de la température et de l'humidité qui peut affecter les propriétés des suspensions des micro-haut-parleurs.

- température ambiante: 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: 25 % à 75 %;
- pression atmosphérique: 86 kPa à 106 kPa.

Les conditions climatiques normales pour les essais d'arbitrage sont les suivantes:

- température ambiante: (23 ± 1) °C;
- humidité relative: 48 % à 52 %;
- pression atmosphérique: 86 kPa à 106 kPa.

4.3 Conditions de mesure normales

Le micro-haut-parleur est considéré comme fonctionnant dans les conditions normales de mesurage lorsque toutes les conditions suivantes sont remplies:

- a) l'environnement acoustique est spécifié et choisi parmi ceux spécifiés à l'Article 5;
- b) le micro-haut-parleur à mesurer est monté conformément à l'Article 6;
- c) le positionnement du micro-haut-parleur par rapport au microphone de mesure et aux parois est conforme à l'Article 7;
- d) l'équipement de mesure approprié pour la détermination des caractéristiques utiles est branché conformément à l'Article 8;

- e) un signal d'essai spécifié est appliqué au micro-haut-parleur, conformément à l'Article 11, d'une tension établie U et dans les limites de la plage de fréquences assignée conformément à 16.1. Si cela est exigé, la puissance d'entrée P peut être calculée à partir de l'équation suivante: $P = U^2/R$, où R est l'impédance assignée conformément à 13.2.

5 Environnement acoustique

5.1 Généralités

Les mesures acoustiques sont réalisées dans l'une des conditions de champ acoustique spécifiées de 5.2 à 5.5, et le choix doit être indiqué dans les résultats.

5.2 Conditions de champ libre

Des conditions acoustiques qui s'approchent de celles de l'espace en champ libre sont utilisées. L'environnement doit être considéré comme étant satisfaisant lorsque la pression acoustique diminue avec la distance (r) par rapport à un point source selon la loi $1/r$, et avec une exactitude de $\pm 0,5$ dB dans les valeurs mesurées de l'amplitude de la pression acoustique dans la région occupée par le champ acoustique entre le micro-haut-parleur et le microphone pendant le mesurage.

Les conditions de champ libre prévalent sur l'ensemble de la plage de fréquences du mesurage. Si l'environnement (une chambre anéchoïque aux basses fréquences, par exemple) ne remplit pas ces conditions de champ libre sur l'ensemble de la plage de fréquences du mesurage, le fabricant doit indiquer la plage de fréquences valide.

5.3 Conditions de champ libre en demi-espace

Les conditions acoustiques dans lesquelles il existe un champ libre (voir 5.2) dans un demi-espace sont utilisées. Ces conditions sont satisfaites avec un plan réfléchissant suffisamment grand pour que la pression acoustique à partir d'un point source monté sur la surface du plan diminue de la manière spécifiée en 5.2.

5.4 Conditions de champ libre simulé

Les conditions acoustiques dans lesquelles les conditions de champ libre simulé sont équivalentes à celles de l'espace libre pendant la période exigée pour un mesurage sont utilisées.

Les conditions sont satisfaites dans un environnement (une grande salle sans obstacle, par exemple) dans lequel le son émis par le micro-haut-parleur et réfléchi sur une surface ou un objet présent dans l'environnement n'atteint pas le microphone de mesure avant la fin de la mesure du son direct.

Ce type de réflexions qui atteint le microphone est exclu du mesurage par portillonnage ou par d'autres moyens.

NOTE Dans ces conditions, les mesurages successifs sont séparés par des intervalles de temps suffisants pour que le niveau de pression acoustique diminue jusqu'à une valeur négligeable en raison de la réverbération à l'intérieur de l'espace.

5.5 Conditions de champ libre simulé en demi-espace

Les conditions acoustiques dans lesquelles il existe un champ libre simulé (voir 5.4) dans un demi-espace sont utilisées. Ces conditions doivent être utilisées lorsqu'un plan réfléchissant, formant une limite d'un environnement en champ libre simulé, est suffisamment grand pour qu'aucune réflexion provenant de ses extrémités n'atteigne le microphone de mesure pendant le mesurage.

NOTE Dans ces conditions, les intervalles de temps qui séparent les mesurages successifs sont suffisants pour que le niveau de pression acoustique diminue à une valeur négligeable en raison des réverbérations à l'intérieur de l'espace.

6 Montage du micro-haut-parleur

6.1 Montage et charge acoustique des unités de micro-haut-parleur

L'aptitude à la fonction de l'unité motrice (transducteur) est déterminée par les propriétés de l'unité elle-même et de sa charge acoustique. La charge acoustique dépend du montage, lequel doit être clairement décrit dans la présentation des résultats.

L'un des trois types de montages suivants doit être utilisé:

- a) en champ libre, un microécran acoustique normalisé, l'unité motrice avec/sans enceinte de mesure spécifiée;
- b) en champ libre, à l'air libre, l'unité motrice avec/sans enceinte de mesure spécifiée;
- c) en champ libre, un tube à ondes planes, l'unité motrice avec/sans enceinte de mesure spécifiée;
- d) en champ libre en demi-espace, l'unité motrice à fleur du plan réfléchissant, l'unité motrice avec/sans enceinte de mesure spécifiée.

NOTE La condition de montage a) s'approche d'un champ libre en demi-espace jusqu'à une fréquence de limitation inférieure, dont la valeur dépend de la distance de mesure choisie. Les mesurages réalisés à des fréquences inférieures à cette valeur limite peuvent être utilisés à titre comparatif uniquement.

La structure et le matériau d'une enceinte de mesure spécifiée (appelée "boîte"), dont le volume net ne dépasse généralement pas 1 cm³, doivent être spécifiés par le fabricant et indiqués dans les résultats.

6.2 Montage et charge acoustique des systèmes de micro-haut-parleur

Les systèmes de micro-haut-parleur sont généralement mesurés sans aucun écran acoustique supplémentaire. Si le fabricant spécifie un type de montage spécial pour le système de micro-haut-parleur, celui-ci doit être utilisé pour le mesurage. La méthode de montage utilisée doit être spécifiée dans les résultats.

6.3 Microécran acoustique normalisé

Le microécran acoustique normalisé doit être réalisé avec une surface avant plane qui est acoustiquement réfléchissante. Les dimensions du microécran acoustique doivent être celles représentées à la Figure 1.

Il convient que le matériau qui compose le microécran acoustique normalisé ait une épaisseur appropriée afin que les vibrations soient négligeables. Il convient que le bord de l'élément rayonnant soit sensiblement à fleur de l'avant du microécran acoustique. Cela peut être obtenu en utilisant un écran acoustique secondaire mince et rigide avec ou sans chanfrein, comme représenté à la Figure 2.

Dimensions en millimètres

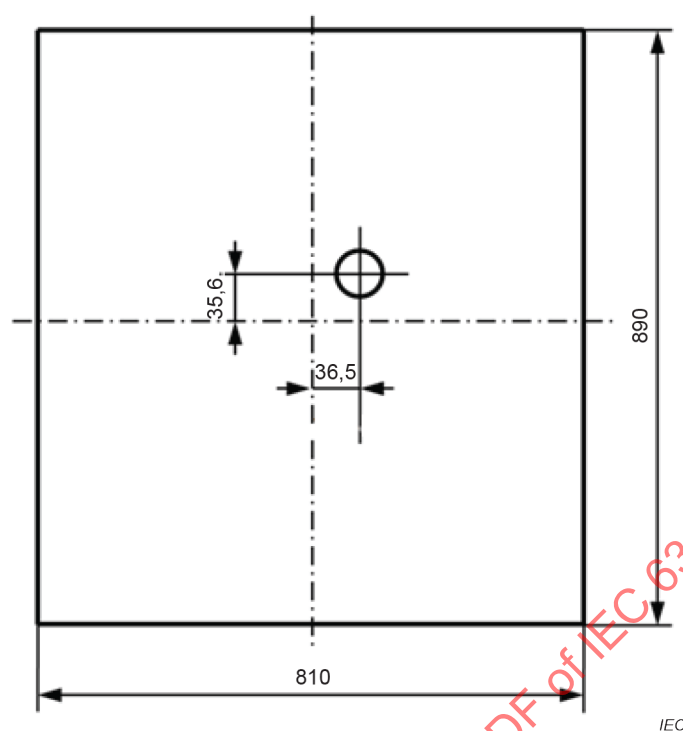
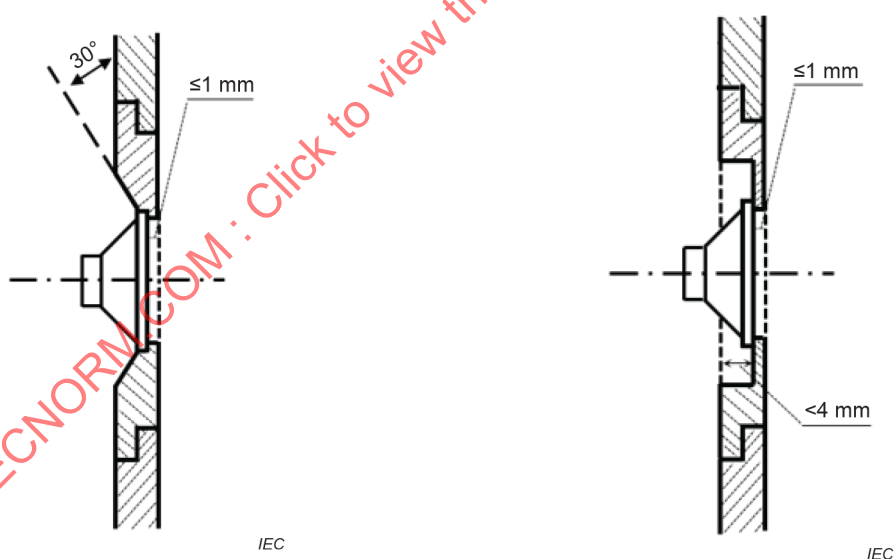


Figure 1 – Microécran acoustique normalisé



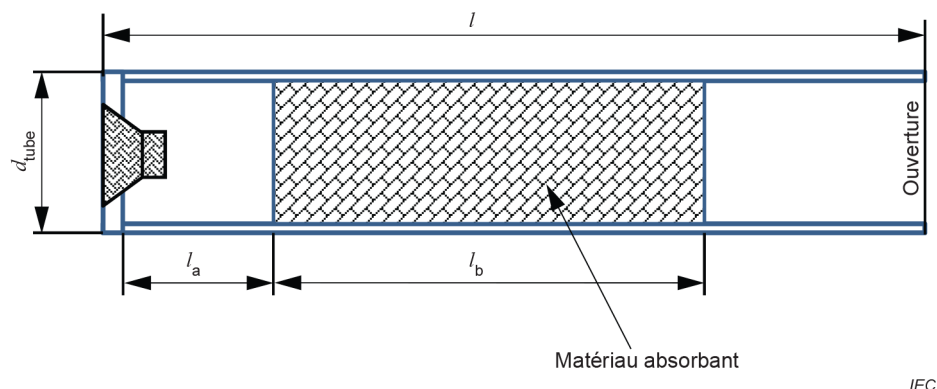
a) Écran acoustique secondaire avec chanfrein

b) Écran acoustique secondaire sans chanfrein

Figure 2 – Microécran acoustique normalisé avec écran acoustique secondaire

6.4 Mesurage du tube à ondes planes

Le tube représenté à la Figure 3 doit être utilisé. Le tube doit être composé d'un matériau acoustiquement réfléchissant.



Le diamètre du tube d_{tube} doit être 1,5 à 2,5 fois plus large que celui de l'élément rayonnant à mesurer. La longueur du tube l doit être comprise entre 600 mm et 1 000 mm.

La rigidité du matériau qui compose le tube doit être suffisante pour que les vibrations soient négligeables.

Le bord de l'élément rayonnant doit être sensiblement à fleur de la surface avant de l'extrémité du tube.

Un matériau absorbant approprié doit être utilisé pour supprimer les ondes stationnaires qui peuvent se produire dans le tube. Une distance d'isolement l_a comprise entre 150 mm et 200 mm et une longueur l_b comprise entre 200 mm et 500 mm sont recommandées.

Le matériau recommandé du tube est le PVC (chlorure de vinyle). Le matériau recommandé du matériau absorbant est la fibre polyester (densité: environ entre 20 kg/m³ et 25 kg/m³, masse totale: entre 14 g et 30 g).

Après le montage avec le tube à ondes planes, la fréquence de résonance fondamentale de l'unité motrice ne doit pas varier de plus de 5 %, et aucune crête de résonance supplémentaire ne doit être générée dans l'impédance d'entrée électrique.

Figure 3 – Tube à ondes planes

7 Positionnement du micro-haut-parleur et du microphone de mesure

7.1 Positionnement du micro-haut-parleur

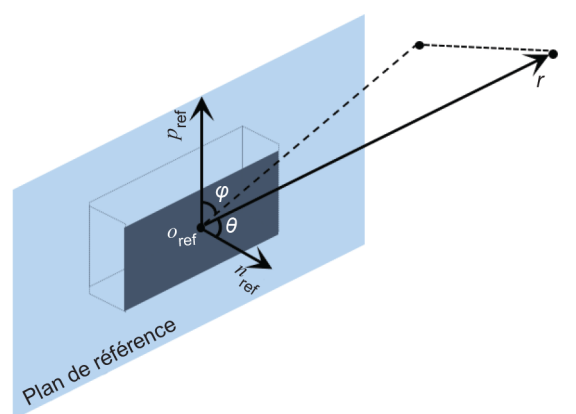
7.1.1 Généralités

Les termes de 7.1 sont spécifiés par le fabricant et ne peuvent pas être mesurés.

7.1.2 Condition géométrique assignée

NOTE Il s'agit d'une condition assignée conformément à 4.1.

La position et l'orientation de la membrane ou d'un autre type d'éléments rayonnants doivent être indiquées à l'aide du point de référence de l'élément rayonnant o_{ref} , du vecteur normal n_{ref} et du vecteur polaire p_{ref} , comme représenté à la Figure 4.



IEC

Figure 4 – Conditions géométriques assignées du micro-haut-parleur

7.1.3 Plan de référence

Un plan de référence par rapport à une caractéristique physique du micro-haut-parleur doit être spécifié par le fabricant.

Le plan de référence doit être utilisé pour définir la position du point de référence o_{ref} et le sens du vecteur normal n_{ref} .

NOTE Pour les structures symétriques, le plan de référence est généralement parallèle à la surface rayonnante à la position de repos du micro-haut-parleur. Pour les structures asymétriques, le plan de référence est mieux indiqué au moyen d'un schéma.

7.1.4 Point de référence

Un point de référence sur le plan de référence doit être spécifié par le fabricant.

NOTE Pour les structures symétriques, le point de référence o_{ref} est généralement le point de symétrie axiale du micro-haut-parleur à l'intérieur du plan de référence. Pour les structures asymétriques, le point de référence est mieux indiqué au moyen d'un schéma.

7.1.5 Vecteur normal

La ligne perpendiculaire au plan de référence au point de référence et sa direction doivent être spécifiées par le fabricant. Le vecteur normal n_{ref} définit également l'angle polaire $\theta = 0$ en coordonnées sphériques.

7.1.6 Vecteur polaire

Le rayon partant du point de référence o_{ref} dans le plan de référence doit être spécifié par le fabricant. Le vecteur polaire p_{ref} définit également l'angle azimutal $\varphi = 0$ en coordonnées sphériques.

7.2 Mesure de la distance dans les conditions de champ libre et de champ libre en demi-espace

7.2.1 Condition de champ lointain

Dans l'idéal, il convient que les mesurages dans les conditions de champ libre et de champ libre en demi-espace soient réalisés dans le champ lointain du micro-haut-parleur afin d'obtenir des résultats cohérents. L'emplacement dans le champ lointain est déterminé lorsque les trois conditions suivantes sont remplies:

- 1) $r \geq d$;

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

Où,

r est la distance de mesure, exprimée en m;

d est la dimension effective des éléments rayonnants, exprimée en m;

λ est la longueur d'onde sonore, qui dépend de la limite supérieure de la plage de fréquences cible, exprimée en m.

Toutefois, en pratique, les imperfections de l'environnement de mesure (la pièce) et les effets du bruit de fond fixent une limite supérieure à la distance qui peut être utilisée. Par conséquent, il convient que la distance de mesure soit de 0,05 m ou un nombre entier de 0,1 m.

7.2.2 Unité de micro-haut-parleur simple (transducteur)

Pour ce type de micro-haut-parleurs, une distance de mesure de 0,1 m par rapport au point de référence doit être utilisée, sauf si des conditions particulières imposent une autre valeur, qui doit être indiquée.

7.2.3 Systèmes de micro-haut-parleurs à plusieurs unités

Les systèmes de micro-haut-parleurs à plusieurs unités sont composés d'au moins deux éléments rayonnants reproduisant la même bande de fréquences. La distance de mesure doit satisfaire à la condition de champ lointain (voir 7.2.1), sauf si des conditions particulières imposent une autre valeur, qui doit être indiquée.

7.3 Positionnement du micro-haut-parleur et du microphone dans des conditions de champ libre simulé et de champ libre en demi-espace

La distance de mesure doit être choisie en référence à 7.2 pour les conditions de champ libre et de champ libre en demi-espace.

Dans l'environnement de mesure, le micro-haut-parleur et le microphone doivent être placés à l'intérieur de l'espace en champ libre, afin d'éviter que la réflexion non souhaitée n'atteigne le microphone.

Si l'espace de mesure est une chambre anéchoïque, les réflexions provenant des pointes de coin, du plancher et des supports du micro-haut-parleur et du microphone doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les erreurs dues à ces sources ne doivent pas dépasser 0,5 dB sur la plage de fréquences de mesure.

La distance de mesure et le temps de capture maximal du signal de l'environnement doivent être indiqués.

8 Équipement de mesure

Les mesurages dans les conditions de champ libre et de champ libre en demi-espace doivent être réalisés à l'aide d'un microphone de champ libre. Il convient que la taille du microphone n'ait aucun impact sur les caractéristiques de champ lointain du champ acoustique. Ces deux exigences doivent être satisfaites sur la plage de fréquences à l'étude.

Le générateur de signaux, l'amplificateur qui fournit le signal au micro-haut-parleur et l'équipement de mesure au niveau de l'amplificateur du microphone doivent présenter une réponse en fréquence-amplitude connue et constante dans les limites de $\pm 0,5$ dB dans la plage de fréquences appropriée, avec une non-linéarité d'amplitude négligeable pendant les conditions d'essai. Ces instruments de mesure doivent être de type à valeur efficace, avec une constante de temps suffisamment longue pour qu'aucune erreur ne soit supérieure à 1 dB.

9 Exactitude de la mesure

9.1 Généralités

Une plage de fréquences sur laquelle les erreurs totales ne dépassent pas ± 2 dB doit être spécifiée.

Il convient d'identifier et de quantifier les sources d'erreurs probables à la fois dans l'instrumentation et dans l'environnement de mesure, et de spécifier leur contribution. Il convient d'inclure ces informations dans le rapport d'essai.

9.2 Bruit acoustique et électrique non désiré

Le bruit acoustique et électrique non désiré doit être maintenu à un niveau le plus faible possible, car sa présence peut masquer les signaux de faible niveau. Ainsi, les données relatives aux signaux se trouvant à moins de 20 dB au-dessus du niveau de bruit dans la bande de fréquences à l'étude doivent être éliminées.

9.3 Précision du montage

Il convient que la réflexion sur le support et les éléments de fixation du micro-haut-parleur n'ait aucun impact sur les résultats de mesure. Les erreurs dues à ces sources ne doivent pas dépasser 0,5 dB sur la plage de fréquences de mesure.

Il convient que le support et les éléments de fixation maintiennent fermement le micro-haut-parleur et que ce dernier ne soit pas déformé ou endommagé.

9.4 Précision de l'équipement de mesure

La précision de l'équipement de mesure doit être déterminée en référence à l'Article 8.

9.5 Précision de l'environnement acoustique

En champ libre et en champ libre en demi-espace, une précision de $\pm 0,5$ dB en amplitude de la pression acoustique mesurée doit être satisfaite.

En champ libre simulé et champ libre en demi-espace, les exigences de précision doivent être spécifiées en référence à 7.3.

10 Marquage des bornes et des commandes

10.1 Généralités

Les bornes et les commandes doivent être marquées conformément à l'IEC 60268-1 et l'IEC 60268-2 selon les principes de 10.2.

10.2 Borne positive

10.2.1 Caractéristique à spécifier

La borne d'une unité de micro-haut-parleur, à laquelle l'application d'une tension positive par rapport à l'autre borne permet à la membrane de l'unité motrice de se rapprocher du microphone (spirale), doit être spécifiée comme étant la borne positive.

10.2.2 Marquage

La borne positive doit être marquée du symbole "+", d'une marque rouge ou doit être distinguée de la manière indiquée par le fabricant.

10.2.3 Méthode d'essai

Appliquer rapidement une tension continue positive à la borne positive. Examiner le sens de vibrations de la membrane de l'unité motrice. Un marquage correct est confirmé lorsque la membrane de l'unité motrice se rapproche du microphone (spirale).

11 Signaux d'essai

11.1 Généralités

Des mesures acoustiques doivent être réalisées dans l'une des conditions de signal de mesure suivantes ou dans d'autres conditions de signal particulières spécifiées par le fabricant, et le choix doit être indiqué avec les résultats.

11.2 Signal sinusoïdal en régime permanent

La durée d'excitation du signal sinusoïdal en régime permanent doit être suffisamment longue pour générer la condition de régime permanent du micro-haut-parleur et procéder à une intégration temporelle et un traitement discret dans le temps du mesurage. Le signal d'essai sinusoïdal ne doit pas dépasser la tension sinusoïdale assignée (telle que définie en 19.4) à toutes les fréquences. Sauf spécification contraire, la tension aux bornes d'entrée du micro-haut-parleur soumis à essai doit rester constante pour toutes les fréquences.

Le système électroacoustique est excité par un son unique

$$x_s(t) = \sqrt{2}A \cos(2\pi f t) \quad (1)$$

Où,

A est l'amplitude, la valeur efficace de la fonction à partir de zéro, exprimée en V;

f est la fréquence, le nombre d'oscillations (de cycles) qui se produisent chaque seconde, exprimée en Hz. Le choix doit être indiqué avec les résultats.

11.3 Signal à modulation de fréquence pulsée sinusoïdale

Un signal à modulation de fréquence pulsée sinusoïdale, qui est largement utilisé, est défini comme suit:

$$x_c(t) = \sqrt{2}A(f(t)) \cos(2\pi f(t)t) \quad (2)$$

Où,

$f(t)$ est la fréquence du signal variant en fonction du temps, exprimée en Hz;

$A(f(t))$ est l'amplitude efficace variant en fonction de la fréquence, exprimée en V.

NOTE Lors du mesurage des micro-haut-parleurs, l'amplitude efficace $A(f(t))$ du signal à modulation de fréquence pulsée sinusoïdale d'entrée est généralement fixe, c'est-à-dire indépendante de $f(t)$.

a) Modulation de fréquence pulsée linéaire

Dans la modulation de fréquence pulsée linéaire, la fréquence instantanée $f(t)$ varie en fonction du temps:

$$f(t) = f_{\text{start}} + kt \quad (3)$$

Où,

f_{start} est la fréquence de début (à l'instant $t = 0$);

$k = (f_{\text{end}} - f_{\text{start}}) / T_s$ est la vitesse d'accroissement de la fréquence, où T_s est la durée de balayage entre la fréquence de début f_{start} et la fréquence de fin f_{end} .

b) Modulation de fréquence pulsée exponentielle

Dans la modulation de fréquence pulsée exponentielle, la fréquence instantanée $f(t)$ du signal varie de manière exponentielle avec le temps:

$$f(t) = f_{\text{start}} \cdot 2^{\beta t} \quad (4)$$

Où,

f_{start} est la fréquence de début (à l'instant $t = 0$);

$\beta = \frac{1}{T_s} \log_2 \left(\frac{f_{\text{end}}}{f_{\text{start}}} \right)$ est la vitesse d'accroissement exponentiel de la fréquence, où T_s est la durée de balayage entre la fréquence de début f_{start} et la fréquence de fin f_{end} .

11.4 Signal sinusoïdal à fréquences multiples discret

Le signal sinusoïdal à fréquences multiples discret est défini par

$$x_m(t) = \frac{2}{\sqrt{\sum_{i=0}^N [A(f_i)]^2}} \sum_{i=0}^N A(f_i) \cos(2\pi f_i t + \phi_i) \quad (5)$$

Où,

$A(f_i)$ est l'amplitude efficace qui varie en fonction de la fréquence;

f_i est la fréquence du signal entre le son le plus bas f_0 et le son le plus haut f_N à des multiples de la fréquence de base f_b , définie par l'Équation (6).

$$f_i = f_b \text{int}(T \cdot f_0 \cdot 2^{i/R}) \text{ avec } i = 0, \dots, N \quad (6)$$

La fréquence de base f_b définie par

$$f_b = \frac{1}{T} = \frac{f_s}{N_{\text{FT}}} \quad (7)$$

correspond à la longueur minimale T du complexe à fréquences multiples, à la fréquence d'échantillonnage f_s et à la taille NFT de la transformée de Fourier (DFT ou FFT) afin d'éviter un effet de traînée des sons fondamentaux sur de multiples segments du spectre.

Le paramètre de résolution R décrit le nombre de sons par octave.

Les sons possèdent une phase pseudo-aléatoire

$$\phi_i = \frac{2\pi}{m} n_i \text{ for } i = 0, \dots, N \text{ avec } n_i = (a n_{i-1} + c) \bmod m \text{ for } i = 1, \dots, N \quad (8)$$

générant un faible facteur de crête du stimulus et une forme d'onde déterministe du stimulus.

NOTE Les phases des sons à basse fréquence déterminent la forme d'onde du déplacement de la bobine acoustique, lequel a un fort impact sur la distorsion non linéaire générée par le moteur et les non-linéarités de la suspension.

Le paramètre de modulus m est généralement défini par la taille du mot numérique employé. Les autres paramètres libres a , c ainsi que la valeur de départ n_0 (amorce) doivent être positifs et inférieurs à m . Une modification de ces paramètres affecte le caractère aléatoire des phases générées et par conséquent le facteur de crête du signal temporel reçu. Le facteur de crête peut être optimisé pour une plage de fréquences, une longueur de signal et une résolution spécifiques. Des valeurs par défaut raisonnables sont $a = 843\,314\,861$, $c = 453\,816\,693$, $m = 2^{31}$ et $n_0 = 0$. Les autres paramètres éventuellement utilisés doivent être indiqués.

11.5 Signal de bruit à large bande

NOTE Ce terme est expliqué dans l'IEC 60268-2.

Il convient que le facteur de crête d'une source de bruit soit compris entre 3 et 4 afin d'éviter l'écrêtage des amplificateurs.

Un voltmètre efficace vrai dont la constante de temps est au moins aussi longue que la constante "lente" du sonomètre, spécifiée dans l'IEC 60651, doit être utilisé pour mesurer l'amplitude du signal.

11.6 Signal de bruit à bande étroite

NOTE Ce terme est expliqué dans l'IEC 60268-2.

Pour les mesurages utilisant le bruit à bande étroite, des filtres à bande passante relative constante conformes à l'IEC 61260-1 doivent être utilisés avec un générateur de bruit rose, la largeur de bande relative étant en général de 1/3 d'octave.

12 Préconditionnement

12.1 Acclimatation

Il convient de placer le micro-haut-parleur dans les conditions climatiques (voir 4.2) au moins 10 min avant le préchargement (voir 12.2).

12.2 Préchargement

Le micro-haut-parleur peut faire l'objet de modifications permanentes du fait, par exemple, du mouvement de la membrane. Par conséquent, il convient de preconditionner le micro-haut-parleur avant les mesurages en appliquant un signal de programme simulé, conformément à l'IEC 60268-1, à la tension de bruit assignée pendant au moins 0,5 h.

La période de preconditionnement doit être suivie d'une période de récupération d'au moins 0,5 h, pendant laquelle le micro-haut-parleur doit être déconnecté, avant de poursuivre le mesurage.

13 Impédance d'entrée électrique

13.1 Courbe d'impédance d'entrée électrique

13.1.1 Caractéristiques à spécifier

La courbe d'impédance d'entrée électrique doit être spécifiée, avec la représentation du module de l'impédance en fonction de la fréquence.

13.1.2 Méthode de mesure

- a) Le micro-haut-parleur doit être placé dans les conditions normales de mesure conformément à 4.3, conditions a), b) et d).
- b) Une tension ou un courant constant doit être appliqué, la tension étant en général préférentielle. La valeur choisie de la tension ou du courant pour le mesurage doit être suffisamment petite pour que le micro-haut-parleur fonctionne dans une région linéaire dans laquelle les composantes de distorsion non linéaire mesurées par un son unique ou par deux sons sont inférieures de 40 dB aux composantes du signal fondamental.
- c) Le module de l'impédance doit être mesuré au moins sur une plage de fréquences comprise entre 100 Hz et 20 000 Hz.
- d) Les résultats doivent être présentés sous forme graphique en tant que fonction de la fréquence. La valeur de la tension ou du courant doit être indiquée avec les résultats.

13.2 Impédance assignée

NOTE Il s'agit d'une condition assignée conformément à 4.1.

La valeur d'une résistance pure, à remplacer pour le micro-haut-parleur lors de la définition de la puissance électrique disponible de la source, doit être spécifiée par le fabricant.

La valeur la plus basse du module de l'impédance dans la plage de fréquences assignée ne doit pas être inférieure à 80 % de l'impédance assignée. Si l'impédance à une fréquence au-delà de cette plage (y compris le courant continu) est inférieure à cette valeur, cela doit être indiqué dans les spécifications.

14 Paramètres de faible signal du micro-haut-parleur

14.1 Généralités

Les paramètres de faible signal décrivent le comportement de vibrations et de transfert du micro-haut-parleur à l'état linéaire. Il convient que l'état linéaire satisfasse aux conditions suivantes: (1) entrée de faible signal, (2) il convient que le rayonnement du transducteur soit de petite taille comparée à la longueur d'onde aux fréquences de fonctionnement.

Les paramètres de faible signal de l'unité de micro-haut-parleur sont principalement les suivants:

- a) fréquence de résonance, f_s ;
- b) résistance en courant continu de la bobine acoustique du moteur, R_{dc} ;
- c) inductance de bobine acoustique, L_e ;
- d) facteur de qualité total, Q_{ts} ;
- e) facteur de qualité électrique, Q_{es} ;
- f) facteur de qualité mécanique, Q_{ms} ;
- g) conformité mécanique, C_{ms} ;
- h) masse en mouvement, M_{ms} ;
- i) résistance mécanique des pertes totales du moteur, R_{ms} ;
- j) conformité du volume d'air équivalent du micro-haut-parleur, V_{as} ;
- k) facteur de force, Bl ;
- l) zone de rayonnement effective, S_D .

NOTE 1 Les mesurages des paramètres de faible signal de l'Article 14 s'appliquent uniquement aux unités de micro-haut-parleur à bobine mobile.

NOTE 2 Les mesurages des paramètres de faible signal sont réalisés dans l'air, c'est-à-dire que ces paramètres incluent les effets de la charge d'air. De plus amples informations relatives aux mesurages réalisés dans le vide peuvent être consultées dans l'IEC 60268-22.

14.2 Caractéristiques à spécifier

14.2.1 Fréquence de résonance f_s

La fréquence à laquelle le module de l'impédance d'entrée électrique du micro-haut-parleur a son premier maximum principal sur une échelle de fréquences ascendante doit être spécifiée. L'environnement acoustique (en champ libre ou en champ libre en demi-espace) et les conditions de montage, y compris les caractéristiques de l'enceinte de mesure (si elle est utilisée) doivent être indiqués avec la valeur de cette fréquence.

14.2.2 Résistance en courant continu de la bobine acoustique du moteur R_{dc}

La résistance de bobine acoustique électrique du micro-haut-parleur donnant un signal en courant continu doit être spécifiée.

14.2.3 Inductance de bobine acoustique L_e

Le coefficient d'inductance propre de la bobine acoustique doit être spécifié.

14.2.4 Facteur Q total Q_{ts}

Le rapport de la partie inertielle (ou élastique) de l'impédance acoustique ou mécanique du micro-haut-parleur à la fréquence de résonance (selon 14.2.1) sur la partie résistive de cette impédance doit être spécifié.

14.2.5 Facteur Q électrique Q_{es}

Le facteur de qualité électrique du micro-haut-parleur à la fréquence de résonance (selon 14.2.1) doit être spécifié, en tenant compte de la résistance en courant continu de la bobine acoustique uniquement.

14.2.6 Facteur Q mécanique Q_{ms}

Le facteur de qualité mécanique du micro-haut-parleur à la fréquence de résonance (selon 14.2.1) doit être spécifié, en tenant compte des résistances non électriques du micro-haut-parleur uniquement.

14.2.7 Conformité mécanique C_{ms}

La conformité mécanique du micro-haut-parleur doit être spécifiée. Sa réciproque est le coefficient de raideur K_{ms} .

Certains micro-haut-parleurs présentent des propriétés viscoélastiques importantes qui augmentent les pertes de conformité et les pertes mécaniques aux basses fréquences. La conformité en fonction de la fréquence $C_{ms}(f)$ augmente le déplacement de la bobine acoustique aux basses fréquences et a un impact sur la génération dynamique du déplacement en courant continu et sur la stabilité du transducteur. La conformité en fonction de la fréquence $C_{ms}(f)$ décrite en 20.5 de l'IEC 60268-22:2020 doit être prise en considération lors de l'identification des paramètres mécaniques (M_{ms} , par exemple).

14.2.8 Masse en mouvement M_{ms}

La masse en mouvement, qui est la masse mécanique de l'assemblage de membrane du moteur et inclut la charge d'air et la bobine acoustique, doit être spécifiée.

14.2.9 Résistance mécanique R_{ms}

La résistance mécanique R_{ms} décrit les pertes du micro-haut-parleur.

NOTE Certains micro-haut-parleurs présentent des propriétés viscoélastiques importantes qui augmentent les pertes de conformité et les pertes mécaniques aux basses fréquences. Toutefois, la dépendance à la fréquence de la résistance mécanique $R_{ms}(f)$ n'a pas d'impact significatif sur le comportement de transfert du transducteur au-dessus et au-dessous de la fréquence de résonance f_s .

14.2.10 Facteur de force Bl

Le facteur de force Bl est le facteur de couplage entre le réseau électrique et le système mécanique du micro-haut-parleur.

14.2.11 Volume d'air équivalent V_{as} de l'élasticité de l'unité de micro-haut-parleur

Le volume d'air doit être spécifié, dont l'élasticité acoustique est égale à celle de l'unité de micro-haut-parleur.

NOTE Le volume équivalent V_{as} , avec le facteur Q total Q_{ts} (conformément à 14.2.4) et la fréquence de résonance f_s (conformément à 14.2.1), définissent de manière appropriée la réponse à basse fréquence du micro-haut-parleur, et sont utiles dans la conception basse fréquence des systèmes de micro-haut-parleurs.

14.2.12 Zone de rayonnement effective S_D

La zone de rayonnement effective S_D décrit le couplage entre les domaines mécaniques et acoustiques en remplaçant le cône, la membrane, l'ambly et d'autres parties rayonnantes par un piston rigide, se déplaçant à la même vitesse que la bobine acoustique et dont la surface équivalente génère la même pression acoustique dans le champ lointain que l'élément rayonnant réel.

Pour les mesures, voir l'IEC 60268-22:2020, 20.7.2.

14.3 Méthode de mesure

14.3.1 Généralités

Les paramètres de faible signal peuvent être obtenus par la méthode de télémétrie par laser, la méthode du volume ajouté ou la méthode de la masse ajoutée.

14.3.2 Méthode de télémétrie par laser

- a) L'impédance d'entrée électrique $Z(s)$ peut être mesurée conformément à 13.1. La fréquence de résonance f_s est la fréquence à laquelle le module de l'impédance d'entrée électrique a son premier maximum principal sur une échelle de fréquences ascendante. Les algorithmes des moindres carrés peuvent être utilisés pour déterminer les paramètres électriques en adaptant la partie droite de l'équation suivante à la fonction d'impédance mesurée:

$$Z(s) = \frac{U(s)}{I(s)} = R_{dc} + sL_e + \frac{sL_{ces}}{s^2 L_{ces} C_{mes} + s \frac{L_{ces}}{R_{es}} + 1} \quad (9)$$

Où,

$C_{mes} = M_{ms} / (Bl)^2$ est la capacité électrique due à la masse mécanique;

$L_{ces} = C_{ms} \cdot (Bl)^2$ est l'inductance électrique due à l'élasticité mécanique;

$R_{es} = (Bl)^2 / R_{ms}$ est la résistance due aux pertes mécaniques.

Si le comportement viscoélastique de la suspension mécanique est négligeable, l'impédance d'entrée électrique peut être calculée par l'Équation (9). Sinon, un modèle viscoélastique doit être pris en considération pour assurer la précision de l'adaptation.

b) Le facteur Q électrique Q_{es} peut être déduit à l'aide de l'expression:

$$Q_{es} = \omega_s C_{mes} R_{dc} = R_{dc} / (\omega_s L_{ces}) \quad (10)$$

Où,

$\omega_s = 2\pi f_s$ est la fréquence angulaire de résonance.

c) Le facteur Q mécanique Q_{ms} peut être déduit à l'aide de l'expression:

$$Q_{ms} = \omega_s C_{mes} R_{es} = R_{es} / (\omega_s L_{ces}) \quad (11)$$

d) Le facteur Q total Q_{ts} peut être déduit à l'aide de l'expression:

$$\frac{1}{Q_{ts}} = \frac{1}{Q_{es}} + \frac{1}{Q_{ms}} \quad (12)$$

e) La tension aux bornes de la fonction de transfert selon le déplacement du micro-haut-parleur $H_x(s) = X(s)/U(s)$ peut être mesurée par des lasers présentant une plage de mesures et une précision appropriées lorsque le micro-haut-parleur est excité à de faibles amplitudes. Le facteur de force Bl peut être calculé en adaptant la formule comme suit à la fonction de transfert mesurée:

$$H_x(s) = \frac{X(s)}{U(s)} = \frac{X(s)Bls}{U(s)} \cdot \frac{1}{Bls} = \frac{Z_R(s)}{Z(s)} \cdot \frac{1}{Bls} \quad (13)$$

Où,

$Z_R(s) = \frac{sL_{ces}}{s^2 L_{ces} C_{mes} + s \frac{L_{ces}}{R_{es}} + 1}$ est l'impédance cinétique due au mouvement de la bobine

acoustique;

$Z(s) = R_{dc} + sL_e + Z_R(s)$ est l'impédance d'entrée électrique.

f) La masse en mouvement M_{ms} peut être déduite à l'aide de l'expression

$$M_{ms} = C_{mes} (Bl)^2 \quad (14)$$

g) La conformité mécanique C_{ms} peut être calculée par la formule

$$C_{ms} = \frac{L_{ces}}{(Bl)^2} \quad (15)$$

h) La résistance mécanique R_{ms} peut être calculée par la formule

$$R_{ms} = \frac{(Bl)^2}{R_{es}} \quad (16)$$

i) Le volume d'air équivalent V_{as} peut être déduit à l'aide de l'expression

$$V_{as} = \rho_0 c_0^2 S_D^2 C_{ms} \quad (17)$$

Où,

ρ_0 est la densité de l'air, exprimée en kg/m³;

c_0 est la vitesse du son dans l'air, exprimée en m/s;

S_D est la zone de rayonnement effective du micro-haut-parleur, exprimée en m².

14.3.3 Méthode du volume ajouté

- La courbe d'impédance d'entrée électrique doit être mesurée conformément à 13.1. La fréquence de résonance f_s est celle à laquelle le module de l'impédance d'entrée électrique a son premier maximum principal sur une échelle de fréquences ascendante.
- Le facteur Q total Q_{ts} peut être déduit de la courbe d'impédance d'entrée électrique du micro-haut-parleur (voir Figure 5) à l'aide de l'expression suivante:

$$Q_{ts} = \frac{1}{r_0} \frac{f_s}{f_2 - f_1} \sqrt{\frac{r_0^2 - r_1^2}{r_1^2 - 1}} \quad (18)$$

Où,

f_s est la fréquence de résonance du micro-haut-parleur selon 14.2.1;

r_0 est le rapport de l'amplitude maximale de l'impédance d'entrée électrique $|Z(f)|_{\max}$ à f_s sur la résistance en courant continu du micro-haut-parleur R_{dc} (selon 14.2.2);

f_1 et f_2 sont les fréquences à la symétrie approximative d'environ f_s , de sorte que $f_1 < f_s < f_2$, auxquelles les amplitudes des impédances d'entrée électriques $Z_1 = |Z(f_1)|$ et $Z_2 = |Z(f_2)|$ sont identiques et ont une valeur $r_1 \cdot R_{dc}$.

r_1 est le rapport de l'amplitude $|Z(f_1)|$ à f_1, f_2 sur R_{dc} .

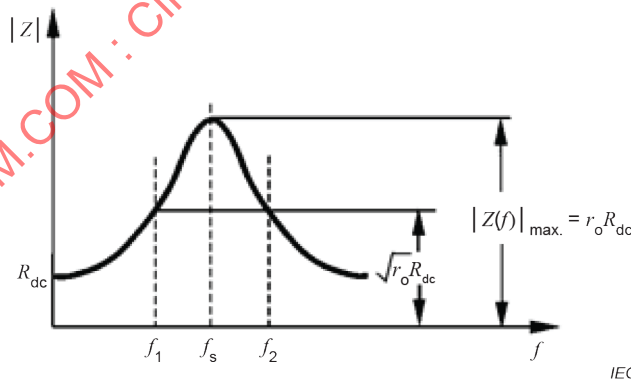


Figure 5 – Courbe d'impédance d'entrée électrique du micro-haut-parleur

Il peut être constaté que lorsque $r_1 = \sqrt{r_0}$ et f_s sont remplacés par $\sqrt{f_1 f_2}$, l'erreur de calcul de Q_{ts} due à l'asymétrie de la courbe d'impédance d'entrée électrique est réduite le plus possible (voir NOTE 1). L'expression de Q_{ts} peut alors être simplifiée comme suit:

$$Q_{ts} = \frac{\sqrt{f_1 f_2}}{\sqrt{r_0} (f_2 - f_1)} \quad (19)$$

NOTE 1 Q_{ts} , qui apparaît dans la formule ci-dessus, a été déduit de la simple théorie selon laquelle l'inductance de la bobine acoustique, qui est à l'origine de l'asymétrie de la courbe d'impédance d'entrée

électrique, a été ignorée et selon laquelle le comportement viscoélastique de la suspension mécanique est négligeable.

- c) Le facteur Q électrique peut être déduit à l'aide de l'expression

$$Q_{es} = \frac{r_0}{r_0 - 1} Q_{ts} \quad (20)$$

Où,

Q_{ts} est le facteur Q total du micro-haut-parleur selon 14.3.2 b);

r_0 est le rapport de l'amplitude maximale de l'impédance d'entrée électrique $|Z(f)|_{\max}$ à f_s sur la résistance en courant continu du micro-haut-parleur R_{dc} ;

- d) Le facteur Q mécanique peut être déduit à l'aide de l'expression:

$$Q_{ms} = r_0 Q_{ts} \quad (21)$$

Où,

Q_{ts} est le facteur Q total du micro-haut-parleur selon 14.3.2 b);

r_0 est le rapport de l'amplitude maximale de l'impédance d'entrée électrique $|Z(f)|_{\max}$ à f_s sur la résistance en courant continu du micro-haut-parleur R_{dc} ;

- e) La fréquence de résonance f_{sv} du micro-haut-parleur monté sur une enveloppe, dont le volume effectif est V , peut être obtenue selon 14.3.2 a), de manière à pouvoir calculer la masse en mouvement du micro-haut-parleur à l'aide de la formule

$$M_{ms} = \frac{\rho_0 c_0^2 S_D^2}{4\pi^2 V} \frac{f_s^2 - f_{sv}^2}{f_s^2 f_{sv}^2} \quad (22)$$

- f) La conformité mécanique C_{ms} peut être calculée par la formule

$$C_{ms} = \frac{1}{4\pi^2 f_s^2 M_{ms}} \quad (23)$$

- g) La résistance mécanique R_{ms} peut être déduite à l'aide de l'expression

$$R_{ms} = \frac{2\pi f_s M_{ms}}{Q_{ms}} \quad (24)$$

- h) Le facteur de force Bl doit être calculé par la formule

$$Bl = \sqrt{R_{ms} (|Z(f)|_{\max} - R_{dc})} \quad (25)$$

Où,

$|Z(f)|_{\max}$ est l'amplitude maximale de l'impédance d'entrée électrique à f_s ;

R_{dc} est la résistance en courant continu du micro-haut-parleur.

- i) Le volume d'air équivalent V_{as} peut être déduit à l'aide de l'expression du point i) de 14.3.2.
- j) Après avoir mesuré les paramètres ci-dessus selon les points e) à h) du présent paragraphe, l'inductance de bobine acoustique L_e peut être mesurée en adaptant la courbe d'impédance d'entrée électrique du micro-haut-parleur, représentée comme suit

$$Z(f) = R_{dc} + sL_e + \frac{(Bl)^2}{R_{ms} + sM_{ms} + \frac{1}{sC_{ms}}} \quad (26)$$

NOTE 2 Cette approche prend pour hypothèse que l'inductance de bobine acoustique à la résonance est faible comparée à l'impédance d'entrée électrique totale. En d'autres termes, l'inductance peut être négligée aux points e) à h).

NOTE 3 L'inductance de bobine acoustique peut être mesurée plus précisément à l'aide du modèle de Wright, du modèle de Leach, du modèle LR-2 ou du modèle de dérivée fractionnaire, le modèle LR-2 étant le plus utilisé.

14.3.4 Méthode de la masse ajoutée

- a) La fréquence de résonance f_s , le facteur Q total Q_{ts} , le facteur Q électrique Q_{es} et le facteur Q mécanique Q_{ms} peuvent être mesurés selon les points a), b), c) et d) de 14.3.3.
- b) La fréquence de résonance f_{sm} avec la masse ajoutée Δm sur la membrane du micro-haut-parleur peut être obtenue selon 14.3.2, point a). Ensuite, la conformité mécanique peut être calculée par la formule

$$C_{ms} = \frac{1}{4\pi^2 \Delta m} \frac{f_s^2 - f_{sm}^2}{f_s^2 f_{sm}^2} \quad (27)$$

NOTE Cette équation prend pour hypothèse que le facteur de force Bl est constant dans les deux mesurages (R.H. Small). Une équation plus simple (les facteurs de qualité Q_{ms} et Q_{es} tendent vers zéro) prend pour hypothèse que la fréquence de la conformité $C_{ms}(f)$ ne présente aucune dépendance à la fréquence.

- c) La masse en mouvement M_{ms} peut être déduite à l'aide de l'expression:

$$M_{ms} = \frac{1}{4\pi^2 f_s^2 C_{ms}} \quad (28)$$

- d) La résistance mécanique R_{ms} , le facteur de force Bl , le volume d'air équivalent V_{as} et l'inductance de bobine acoustique L_e peuvent être mesurés selon les points g), h), i) et j) du 14.3.3.

15 Déplacement

15.1 Courbe de déplacement

15.1.1 Caractéristiques à spécifier

La courbe de déplacement représente le déplacement de la membrane du micro-haut-parleur en fonction de la fréquence. Le micro-haut-parleur est alimenté par un signal à modulation de fréquence pulsée sinusoïdale dans une plage de fréquences assignée à la tension sinusoïdale assignée U_s (conformément à 19.4).

15.1.2 Méthode de mesure

- a) Le micro-haut-parleur doit être placé dans les conditions normales de mesure conformément à 4.3, conditions a), b) et d). Il est recommandé de faire fonctionner l'élément rayonnant en position verticale, le vecteur normal $\mathbf{n}_{ref}$ étant perpendiculaire à la gravité afin d'éviter toute polarisation en position de repos de l'élément rayonnant.
- b) Un télémètre à laser présentant une précision et une plage appropriées doit être choisi, la lumière laser se trouvant au point spécifié par le fabricant.
- c) Le micro-haut-parleur doit être mesuré sur la plage de fréquences effective (conformément à 16.4) appliquée à la tension sinusoïdale assignée.

- d) Les valeurs de crête du déplacement positif et négatif doivent être consignées après avoir supprimé les bavures de la forme d'onde (voir Figure 6).

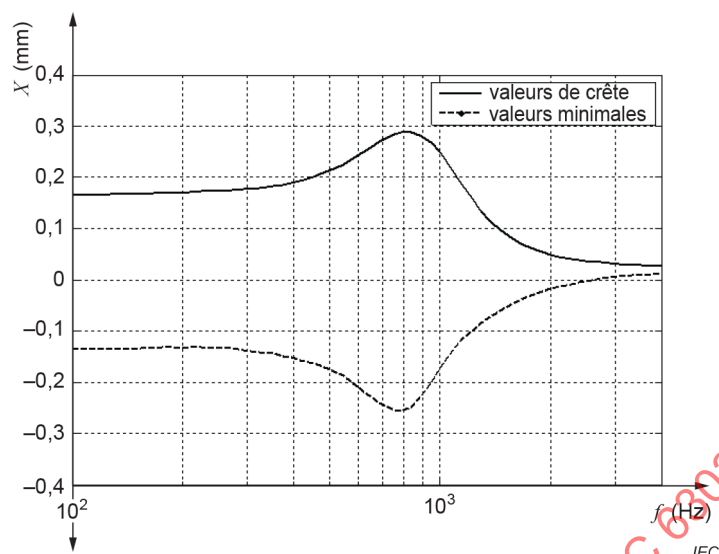


Figure 6 – Valeurs de crête et valeurs minimales du déplacement

- e) La composante fondamentale du déplacement doit être extraite pour calculer le déplacement effectif X_{fund} . La courbe de déplacement en fonction de la fréquence peut alors être déduite (voir Figure 7).

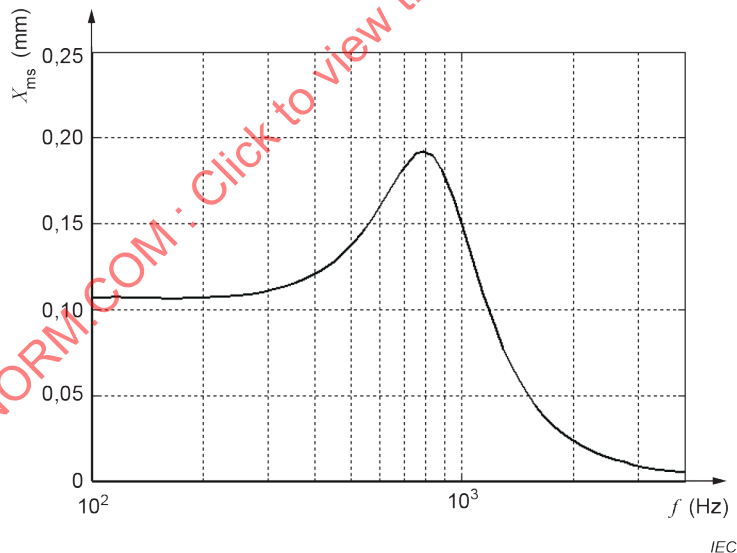


Figure 7 – Courbe de déplacement

15.2 Composante en courant continu X_{dc}

15.2.1 Caractéristiques à spécifier

La composante en courant continu du déplacement représente la composante directe du déplacement du micro-haut-parleur, qui indique les asymétries des non-linéarités du micro-haut-parleur. Le micro-haut-parleur est alimenté par un signal de balayage sinusoïdal dans une plage de fréquences assignée à une tension sinusoïdale assignée U_s (conformément à 19.4).

15.2.2 Méthode de mesure

Les mesurages doivent être réalisés selon 15.1.2. La composante en courant continu du déplacement peut être déduite du filtrage en courant continu de la forme d'onde de déplacement (voir Figure 8).

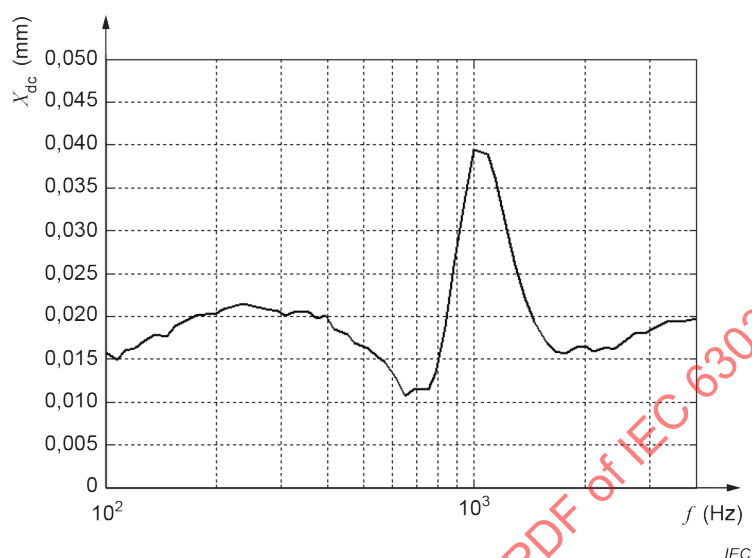


Figure 8 – Composante en courant continu du déplacement

15.3 Déplacement de crête limité par la distorsion X_d

15.3.1 Caractéristiques à spécifier

Le déplacement de crête limité par la distorsion X_d est le déplacement de crête de la bobine acoustique auquel la valeur maximale de la distorsion harmonique totale d_t (conformément à 17.1), de la distorsion de modulation de second ordre d_2 ou de la distorsion de modulation de troisième ordre d_3 (conformément à 17.4) de la pression acoustique rayonnée est égale à un seuil défini d_0 .

Le seuil d_0 ($d_0 = 10\%$, par exemple) doit être spécifié par le fabricant.

15.3.2 Méthode de mesure

- Le micro-haut-parleur doit être placé dans les conditions normales de mesure conformément à 4.3, conditions a), b) et d).
- La distorsion harmonique totale d_t , la distorsion de modulation de second ordre d_2 et la distorsion de modulation de troisième ordre d_3 doivent être mesurées conformément à l'Article 17.
- Augmenter la tension du signal d'entrée jusqu'à ce que la valeur maximale des distorsions indiquées en b) soit égale au seuil défini d_0 lorsque la valeur maximale est inférieure au seuil d_0 . Ensuite, la tension d'entrée représente la tension correspondant au déplacement de crête limité par la distorsion.
- Conformément à la méthode de mesure de 15.1, la tension du signal d'entrée doit être la valeur indiquée en c), et la valeur maximale de la courbe de déplacement représente le déplacement de crête limité par la distorsion.