

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Sound system equipment –
Part 5: Loudspeakers**

**Equipements pour systèmes électroacoustiques –
Partie 5: Haut-parleurs**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-5:2003



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2003 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Sound system equipment –
Part 5: Loudspeakers**

**Équipements pour systèmes électroacoustiques –
Partie 5: Haut-parleurs**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.160.50

ISBN 978-2-83220-449-8

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

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Conditions for measurement	8
3.1 General conditions	8
3.2 Measuring conditions	8
4 Test signals	9
4.1 General	9
4.2 Sinusoidal signal	9
4.3 Broadband noise signal	9
4.4 Narrow-band noise signal	9
4.5 Impulsive signal	9
5 Acoustical environment	9
5.1 General	9
5.2 Free-field conditions	9
5.3 Half-space free-field conditions	10
5.4 Diffuse sound field conditions	10
5.5 Simulated free-field conditions	10
5.6 Half-space simulated free-field conditions	10
6 Unwanted acoustical and electrical noise	10
7 Positioning of loudspeaker and measuring microphone	11
7.1 Measuring distance under free-field and half-space free-field conditions	11
7.2 Positioning of loudspeaker in diffuse field conditions	11
7.3 Positioning of loudspeaker and microphone in simulated free-field conditions	11
8 Measuring equipment	12
9 Accuracy of the acoustical measurement	12
10 Mounting of loudspeakers	12
10.1 Mounting and acoustic loading of drive units	12
10.2 Mounting and acoustic loading of a loudspeaker system	12
11 Standard baffle and measuring enclosures	13
11.1 Standard baffle	13
11.2 Standard measuring enclosures	13
12 Preconditioning	14
13 Type description	14
13.1 General	14
13.2 Loudspeaker drive units	14
13.3 Loudspeaker system	14
14 Marking of terminals and controls	14
15 Reference plane, reference point and reference axis	14
15.1 Reference plane – characteristic to be specified	14
15.2 Reference point – characteristic to be specified	15
15.3 Reference axis – characteristic to be specified	15
16 Impedance and derivative characteristics	15
16.1 Rated impedance – characteristic to be specified	15

16.2	Impedance curve	15
16.3	Total Q-factor (Q_t)	16
16.4	Equivalent air volume of a loudspeaker drive unit compliance (V_{as})	17
17	Input voltage	18
17.1	Rated noise voltage	18
17.2	Short-term maximum input voltage	19
17.3	Long-term maximum input voltage	19
17.4	Rated sinusoidal voltage	20
18	Input electrical power	20
18.1	Rated noise power – characteristic to be specified	20
18.2	Short-term maximum power – characteristic to be specified	20
18.3	Long-term maximum power – characteristic to be specified	20
18.4	Rated sinusoidal power – characteristic to be specified	20
19	Frequency characteristics	21
19.1	Rated frequency range – characteristic to be specified	21
19.2	Resonance frequency	21
19.3	Tuning frequency of a bass reflex or passive radiator loudspeaker system – characteristic to be specified	21
20	Sound pressure under free-field and half-space free-field conditions	21
20.1	Sound pressure in a stated frequency band	21
20.2	Sound pressure level in a stated frequency band – characteristic to be specified	22
20.3	Characteristic sensitivity in a stated frequency band	22
20.4	Characteristic sensitivity level in a stated frequency band – characteristic to be specified	22
20.5	Mean sound pressure in a stated frequency band	22
20.6	Mean sound pressure level in a stated frequency band – characteristic to be specified	23
21	Response under free-field and half-space free-field conditions	23
21.1	Frequency response	23
21.2	Effective frequency range	24
21.3	Transfer function	24
22	Output power (acoustic power)	25
22.1	Acoustic power in a frequency band	25
22.2	Mean acoustic power in a frequency band	26
22.3	Efficiency in a frequency band	27
22.4	Mean efficiency in a frequency band	27
23	Directional characteristics	27
23.1	Directional response pattern	27
23.2	Radiation angle	28
23.3	Directivity index	28
23.4	Coverage angle or angles	29
24	Amplitude non-linearity	30
24.1	Total harmonic distortion	30
24.2	Harmonic distortion of the n^{th} order (where $n = 2$ or $n = 3$)	32
24.3	Characteristic harmonic distortion	33
24.4	Modulation distortion of the n^{th} order (where $n = 2$ or $n = 3$)	33
24.5	Characteristic modulation distortion of the n^{th} order (where $n = 2$ or $n = 3$)	34
24.6	Difference frequency distortion (of the second order only)	34

25	Rated ambient conditions	35
25.1	Temperature ranges	35
25.2	Humidity ranges	35
26	Stray magnetic fields	36
26.1	Static components	36
26.2	Dynamic components	37
27	Physical characteristics	37
27.1	Dimensions	37
27.2	Mass	37
27.3	Cable assemblies	38
28	Design data	38
29	Indication of the characteristics to be specified	38
Annex A (informative) Standard measuring enclosure type A		44
Annex B (informative) Standard measuring enclosure type B		46
Annex C (informative) Definitions of terms used in Clause 13		49
Bibliography		51
Figure 1 – Impedance curve of loudspeaker		16
Figure 2 – Standard baffle, dimensions		40
Figure 3 – Standard baffle with chamfer		41
Figure 4 – Standard baffle with sub-baffle		41
Figure 5 – Standard measuring enclosure type A		42
Figure 6 – Standard measuring enclosure type B		42
Figure 7 – Block diagram of test set-up		43
Figure 8 – Measuring apparatus for stray magnetic field		43
Figure A.1 – An example of standard measuring enclosure type A		44
Figure A.2 – The correction curve for the diffraction effect of the standard measuring enclosure from free-field to half-space free-field		45
Figure A.3 – The correction curve for the diffraction effect of a standard measuring enclosure from free-field to half-space free-field		45
Figure B.1 – An example of standard measuring enclosure type B		46
Figure B.2 – Construction of scalable measuring enclosure type B		47
Figure B.3 – The correction curve for the diffraction effect of the standard measuring enclosure from free-field to half-space free-field		48
Figure B.4 – The correction curve for the diffraction effect of the standard measuring enclosure from free-field to half-space free-field		48
Table 1 – Indication of the characteristics to be specified		39
Table B.1 – Dimensions and ratios of scalable measuring enclosure type B		47

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOUND SYSTEM EQUIPMENT –**Part 5: Loudspeakers**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60268-5 has been prepared by IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This third edition of IEC 60268-5 cancels and replaces the second edition published in 1989, amendment 1 (1993) and amendment 2 (1996). This third edition constitutes a technical revision.

This bilingual version (2012-11) corresponds to the monolingual English version, published in 2003-05.

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

FDIS	Report on voting
100/648/FDIS	100/674/RVD

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

This standard is to be read in conjunction with IEC 60268-1, IEC 60268-2 and ISO 3741.

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-5:2003

SOUND SYSTEM EQUIPMENT –

Part 5: Loudspeakers

1 Scope

This standard applies to sound system loudspeakers, treated entirely as passive elements. Loudspeakers with built-in amplifiers are excluded.

NOTE 1 The term “loudspeaker” used in this standard relates to loudspeaker drive units themselves and also to loudspeaker systems, which comprise one or more loudspeaker drive units provided with a baffle, enclosure or horn and such relevant devices as built-in crossover filters, transformers and any other passive element.

The purpose of this standard is to give the characteristics to be specified and the relevant methods of measurement for loudspeakers using sinusoidal or specified noise or impulsive signals.

NOTE 2 The methods of measurement given in this standard have been chosen for their appropriateness to the characteristics.

NOTE 3 If equivalent results can be obtained using other methods of measurement, details of the methods used should be presented with the results.

NOTE 4 The following items are under consideration:

- loudspeakers with built-in amplifiers;
- measurements under conditions other than free-field, half-space free-field and diffuse field;
- measurements with signals other than sinusoidal or noise or impulsive signals.

2 Normative references

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

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

IEC 60263, *Scales and sizes for plotting frequency characteristics and polar diagrams*

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

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

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

IEC 60268-14, *Part 14: Circular and elliptical loudspeakers; outer frame diameters and mounting dimensions*

IEC 60651, *Sound level meters*

IEC 61260, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters*

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

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

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

3 Conditions for measurement

3.1 General conditions

This standard is to be used in conjunction with IEC 60268-1, IEC 60268-2 and ISO 3741.

3.2 Measuring conditions

3.2.1 General

For convenience in specifying how loudspeakers are to be set up for measurement, normal measuring conditions are defined in this standard. To obtain the correct conditions for measurement, some values (known as “rated conditions”) shall be taken from the manufacturer's specification. These values themselves are not subject to measurement but they constitute the basis for measuring the other characteristics.

The following values and 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;
- reference plane;
- reference point;
- reference axis.

NOTE A full explanation of the term “rated” is given in IEC 60268-2. See also term 151-04-03 in IEC 60050(151).

3.2.2 Normal measuring conditions

A loudspeaker shall be understood to be working under normal measuring conditions when all the following conditions are fulfilled:

- a) the loudspeaker to be measured is mounted in accordance with Clause 10;
- b) the acoustical environment is specified and is selected from those specified in Clause 5;
- c) the loudspeaker is positioned with respect to the measuring microphone and the walls in accordance with Clause 7;
- d) the loudspeaker is supplied with a specified test signal, in accordance with Clause 4, of a stated voltage U , within the rated frequency range in accordance with 19.1. 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 16.1;
- e) attenuators, if any, are set to their “normal” position as stated by the manufacturer. If other positions are chosen, for example those providing a maximally flat frequency response or maximum attenuation, these shall be specified;

- f) measuring equipment suitable for determining the wanted characteristics is connected in accordance with Clause 8.

4 Test signals

4.1 General

Acoustical measurements shall be made under one of the following measuring signal conditions, and the choice shall be indicated with the results.

4.2 Sinusoidal signal

The sinusoidal test signal shall not exceed the rated sinusoidal voltage (as defined in 17.4) at any frequency. The voltage across the input terminals of the loudspeaker under test shall be kept constant for all frequencies unless otherwise stated.

4.3 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 clipping of amplifiers.

A true r.m.s. voltmeter with a time constant 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.

4.4 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 shall be used with a pink-noise generator, the relative bandwidth being usually 1/3 octave.

4.5 Impulsive signal

A short-duration pulse shall have constant spectral power per unit bandwidth over at least the bandwidth of interest in the measurement. Such a signal has low energy content relative to its peak amplitude.

NOTE To minimize the influence of acoustical and electrical noise on the measurement, the peak amplitude of the pulse should be as high as possible within the capability of the driving amplifier and consistent with linear operation of the loudspeaker.

5 Acoustical environment

5.1 General

Acoustical measurements shall be made under one of the acoustical field conditions specified in 5.2 to 5.6, and the choice shall be indicated with the results.

5.2 Free-field conditions

If acoustical conditions approach those of free-field space, an environment (for example an anechoic room) in which the sound pressure decreases with the distance (r) from a point source according to a $1/r$ law, with an accuracy of $\pm 10\%$, in the region that will be occupied by the sound field between the loudspeaker system and the microphone during the measurements shall be used. The minimum conditions shall be deemed to exist if this requirement is met along the axis joining the measuring microphone and the reference point on the loudspeaker.

Free-field conditions shall exist over the whole frequency range of measurement.

5.3 Half-space free-field conditions

If acoustical conditions are used in which the free-field exists in a half space, these conditions shall be met with a reflecting plane of sufficient size so that the sound pressure from a point source mounted in the surface of that plane decreases in the manner specified in 5.2.

5.4 Diffuse sound field conditions

NOTE 1 These conditions are normally used for band noise measurements only.

If diffuse sound field conditions are used for measurements with 1/3 octave band limited noise, as defined and specified in ISO 3741, the lower limiting frequency shall be determined as specified in ISO 3741, Appendix A.

NOTE 2 While ISO 3741 provides details of measuring instruments, it should be clearly understood that both space averaging and time averaging are required in loudspeaker power determination. This may be achieved as stated in the standard or alternatively by using continuous space and time averaging techniques.

NOTE 3 The precision of the measurement depends on a number of factors including the room volume, the room reverberation time, and the degree of diffusion.

NOTE 4 For measurement below 125 Hz, a room volume greater than 200 m³ is desirable.

5.5 Simulated free-field conditions

If acoustical conditions are used in which the simulated free-field conditions that are equivalent to those of free space for the period of time required for a measurement, these conditions shall be used.

The conditions shall be met in any environment (for example large, unobstructed rooms) in which sound emitted by a loudspeaker in response to an impulsive signal reflected from any surface or object in the environment does not reach the measuring microphone before measurement of the direct path sound at the microphone has been completed.

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

NOTE 1 These conditions are normally used only for measurements with impulsive signals.

NOTE 2 Under such conditions, successive measurements are separated by time intervals sufficient for the sound pressure level due to reverberation within the space to decrease to a negligible value.

5.6 Half-space simulated free-field conditions

If acoustical conditions are used in which the simulated free-field exists in a half-space, 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 within the measurement time.

NOTE 1 These conditions are normally used only for measurements with impulsive signals.

NOTE 2 Under such conditions, successive measurements are separated by time intervals sufficient for the sound pressure level due to reverberation within the space to decrease to a negligible value.

6 Unwanted acoustical and electrical noise

Unwanted acoustical and electrical noise shall be kept at the lowest possible level as its presence may obscure low-level signals.

Data related to signals which are less than 10 dB above the noise level in the frequency band considered shall be discarded.

7 Positioning of loudspeaker and measuring microphone

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

7.1.1 General

Measurements under free-field and half-space free-field conditions should ideally be carried out in the far field of the loudspeaker, in order to obtain consistent results. However, in practice, imperfections of the measuring environment room and the effects of background noise set an upper limit to the distance that can be used. Therefore, the measuring distance should be 0,5 m or an integral number of m, and that result should be referred to a standard distance of 1 m.

7.1.2 Single drive unit loudspeaker

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

7.1.3 Multi-unit loudspeaker systems

Loudspeaker systems in which two or more loudspeaker units reproduce the same frequency band create problems of acoustical interference at the measuring point due to the interaction of the sounds radiated by the units. This situation exists whether all units operate over the entire frequency band under test or whether some units operate over parts of this band (for example cross-over regions). In such cases, the measuring distance should be chosen so as to minimize the errors due to this phenomenon.

7.2 Positioning of loudspeaker in diffuse field conditions

The loudspeaker position and orientation with respect to the walls shall be described by means of a diagram appended to the measurement results.

An arrangement for the simultaneous movement of the loudspeaker and the microphone is permitted for the evaluation of the power delivered by the loudspeaker in accordance with the method prescribed in 22.1.2.2. The microphone system and the nearest microphone position shall meet the requirements of ISO 3741.

7.3 Positioning of loudspeaker and microphone in simulated free-field conditions

The measuring distance shall be chosen with reference to 7.1 for free-field conditions.

The position of the loudspeaker and microphone within the measuring environment shall be such so as to maximize the time available for measurement before the first unwanted reflection reaches 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 loudspeaker and microphone. Errors from these sources shall not exceed 0,5 dB over the frequency range of measurement.

The microphone distance and the maximum signal capture time available in the environment shall be stated.

It is necessary to ignore all the output of the microphone from the time of arrival of the first reflection onwards. Truncation errors are therefore introduced into the transfer function measurement unless the loudspeaker response to the impulsive test signal is negligible

during this time. If present, such truncation errors shall not exceed 1 dB over the frequency range of measurement.

8 Measuring equipment

Measurements in free-field and half-space free-field conditions shall be made using a pressure microphone having a known calibration. For measurements under diffuse-field conditions, a pressure microphone shall be used having a directivity index less than 2 dB. Both these requirements shall be met for all frequencies in the frequency range of interest.

The signal generator, the amplifier supplying the signal to the loudspeaker, and the measuring equipment at the microphone amplifier shall have an amplitude frequency response known and constant within $\pm 0,5$ dB in the relevant frequency range, with negligible amplitude non-linearity under test conditions. All measuring instruments shall be of the r.m.s. type, having a time constant long enough to ensure an error not greater than 1 dB.

NOTE It is recommended that the frequency response be measured by an automatic method giving a continuous curve. Errors due to the chosen writing speeds (along both level and frequency axes) of the level recorder should not exceed 0,5 dB. The writing speeds along both axes should be stated.

9 Accuracy of the acoustical measurement

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

NOTE 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.

10 Mounting of loudspeakers

10.1 Mounting and acoustic loading of drive units

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

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

- a) a standard baffle, standard measuring enclosure (type A or type B), or specified enclosure;
- b) in free air without a baffle or enclosure;
- c) in half-space free-field, flush with the reflecting plane.

NOTE Mounting condition a) approaches that of 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 may be used for comparative purposes only.

10.2 Mounting and acoustic loading of a loudspeaker system

Loudspeaker systems are usually measured without any additional baffle. If the manufacturer specifies a special type of mounting for the loudspeaker systems, this shall be used for the measurement; the mounting method used shall be specified with the results.

11 Standard baffle and measuring enclosures

11.1 Standard baffle

The standard baffle shall be made with a plane front surface that is acoustically reflective. The baffle shall have the dimensions shown in Figure 2.

NOTE The standard baffle should be of a material of thickness adequate to ensure negligible vibration. The edge of the radiating element should be substantially flush with the front surface of the baffle. This may be achieved by means of a chamfer as shown in Figure 3 or by the use of a thin rigid sub-baffle, with or without a chamfer, as shown in Figure 4.

11.2 Standard measuring enclosures

11.2.1 General

One of the two types of standard measuring enclosures specified in 11.2.3 (type A) and 11.2.4 (type B) shall be used. The type chosen for testing shall be stated by the manufacturer.

11.2.2 Conditions

The enclosure shall have plane or curved surfaces which have an acoustically reflective characteristic.

NOTE 1 The material shall be appropriately thick so that the effect of vibrations can be disregarded for measurement. If necessary, braces should be used for reinforcement between facing surfaces at and around their centres so as to avoid panel vibrations.

NOTE 2 The enclosure should be airtight.

NOTE 3 The edge of the loudspeaker should be set on the same plane as that of the front part of the baffle.

NOTE 4 To remove standing waves that may otherwise occur in the enclosure, an appropriate sound absorbing material shall be used. Handles or joints may be installed if their effect on acoustical reflections and undesired vibrations can be ignored.

NOTE 5 When the loudspeaker is mounted in the enclosure, care should be taken to avoid air leakage from the inside of the enclosure.

11.2.3 Standard measuring enclosure type A

The standard measuring enclosure type A shall be as shown in Figure 5.

NOTE 1 The characteristic of the correction curves for the standard measuring enclosure diffraction effect at a measuring distance of 1 m on the reference axis from free-field to half-space free-field is shown in Annex A.

NOTE 2 All the surfaces of this type of enclosure are plane and the joints of the surfaces are made at right angles. No change in size is allowed. This causes the diffraction characteristic to be repeatable. Therefore, type A is useful when analysing, studying or comparing the characteristics of loudspeakers in detail.

11.2.4 Standard measuring enclosure type B

The standard measuring enclosure type B shall be as shown in Figure 6.

NOTE 1 The characteristic of the correction curves for the standard measuring enclosure diffraction effect at a measuring distance of 1 m on the reference axis from free-field to half-space free-field is shown in Annex B.

NOTE 2 If a smaller or larger measuring enclosure of type B is required, it should meet the requirement for proportional scaling as shown in Annex B, Figure B.2 and Table B.1. In this case, the report should state the outside dimensions and the net volume of the enclosure.

NOTE 3 A change in scale is allowed. It is recommended to use the standard measuring enclosure as shown in Figure 6 for acoustical measurements. Properly scaled enclosures are useful for subjective testing.

12 Preconditioning

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

The period of preconditioning shall be followed by a recovery period of at least 1 h, during which the loudspeaker shall be disconnected, before proceeding with the measurement.

13 Type description

13.1 General

The type description shall be given by the manufacturer, as specified in 13.2 to 13.3.

NOTE See Table 1 and Annex C.

13.2 Loudspeaker drive units

13.2.1 Principle of the transducer

The principle of the transducer shall be specified, for example, whether it is electrodynamic, electrostatic, or piezoelectric.

13.2.2 Type

The type of the loudspeaker drive unit shall be specified, for example, direct radiating or horn, single or multi-unit.

13.3 Loudspeaker system

The number and type of drive units and acoustic loading principle shall be specified, for example, enclosure, horn, bass reflex, column or line.

14 Marking of terminals and controls

The terminals and controls shall be marked in accordance with IEC 60268-1 and 60268-2.

15 Reference plane, reference point and reference axis

NOTE 1 These are rated conditions in accordance with 3.2.1.

NOTE 2 Strictly speaking, these terms should include the word "rated" (for example rated reference plane), because they are specified by the manufacturer and cannot be measured. Nevertheless, confusion is unlikely if the shorter terms are used.

15.1 Reference plane – characteristic to be specified

The reference plane with respect to some physical feature of the loudspeaker drive unit or enclosure shall be specified by the manufacturer.

The reference plane shall be used to define the position of the reference point and the direction of the reference axis.

NOTE For symmetrical structures, the reference plane is usually parallel to the radiating surface or to a plane defining the front of the loudspeaker drive unit or system. For asymmetrical structures, the reference plane is better indicated by means of a diagram.

15.2 Reference point – characteristic to be specified

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

NOTE For symmetrical structures, the reference point is usually a point of geometric symmetry; for asymmetrical structures, the reference point is better indicated by means of a diagram.

15.3 Reference axis – characteristic to be specified

The line that passes through the reference plane at the reference point and its direction shall be specified by the manufacturer. The reference axis shall be used as the zero reference axis for directional and frequency response measurements.

NOTE For symmetrical structures, the reference axis is usually perpendicular to the radiating surface or to the reference plane.

16 Impedance and derivative characteristics

16.1 Rated impedance – characteristic to be specified

NOTE This is a rated condition in accordance with 3.2.1.

The value of a pure resistance which is to be substituted for the loudspeaker 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 be not less than 80 % of the rated impedance. If the impedance at any frequency outside this range (including d.c.) is less than this value, this shall be stated in the specifications.

16.2 Impedance curve

16.2.1 Characteristics to be specified

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

16.2.2 Method of measurement

16.2.2.1 The loudspeaker shall be brought under normal measuring conditions in accordance with 3.2.2, conditions a), b) and d).

16.2.2.2 A constant voltage or current shall be supplied, the former usually being preferred. The value of voltage or current chosen for the measurement shall be sufficiently small to ensure that the loudspeaker operates in a linear region.

NOTE Measurements of impedance may be strongly influenced by the drive level. If the level is either too low or too high, inaccurate results may be obtained. The data should be examined for consistency at several drive levels in order to establish the best conditions.

16.2.2.3 The modulus of the impedance shall be measured at least over the frequency range 20 Hz to 20 000 Hz.

16.2.2.4 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.

16.3 Total Q-factor (Q_t)

16.3.1 Characteristic to be specified

The ratio of the inertial (or elastic) part of the acoustic or mechanical impedance at the resonance frequency, in accordance with 19.2, to the resistive part of this impedance shall be specified.

NOTE 1 For the purpose of this standard, the total Q-factor is defined for loudspeaker drive units and closed box loudspeakers, both of electrodynamic type only.

NOTE 2 The Q-factor Q_t together with the equivalent volume V_{as} in accordance with 16.4, of the loudspeaker unit and the resonance frequency f_r in accordance with 19.2 adequately define the low-frequency performance of the loudspeaker.

16.3.2 Method of measurement of total Q-factor (Q_t)

The total Q-factor Q_t can be derived from the electrical impedance curve of the loudspeaker in accordance with 16.2 using the expression:

$$Q_t = \frac{1}{r_0} \frac{f_r}{f_2 - f_1} \sqrt{\frac{r_0^2 - r_1^2}{r_1^2 - 1}}$$

where

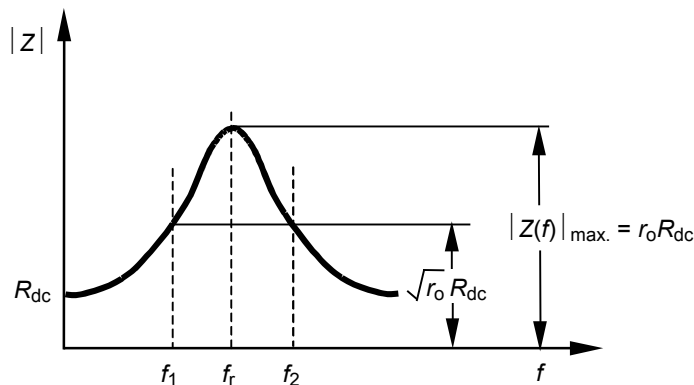
- f_r is the resonance frequency of the loudspeaker in accordance with 19.2;
- r_0 is the ratio of the maximum magnitude of the impedance, $|Z(f)|_{\max}$, at f_r to the d.c. resistance of the loudspeaker, R_{dc} ;
- f_1 and f_2 are frequencies, located with approximate symmetry about f_r so that $f_1 < f_r < f_2$, at which the magnitude of impedances $Z_1 = |Z(f_1)|$ and $Z_2 = |Z(f_2)|$ are equal and have a value $r_1 \times R_{dc}$;
- r_1 is the ratio of the magnitude $|Z(f_i)|$ at f_1, f_2 to R_{dc} .

NOTE 1 See Figure 1.

It can be shown that when $r_1 = \sqrt{r_0}$ and f_r is replaced by $\sqrt{f_1 f_2}$, the error in calculation of Q_t due to the asymmetry of the impedance curve is minimized (see Note 2). The expression for Q_t may then be simplified to:

$$Q_t = \frac{\sqrt{f_1 f_2}}{\sqrt{r_0} (f_2 - f_1)}$$

NOTE 2 Q_t , which appears in the above formulae, has been derived from simple theory in which the voice-coil inductance, which is the cause of the asymmetry in the impedance curve, has been ignored.



IEC 1263/03

Figure 1 – Impedance curve of loudspeaker

16.4 Equivalent air volume of a loudspeaker drive unit compliance (V_{as})

16.4.1 Characteristic to be specified

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

NOTE The equivalent volume V_{as} , together with the total Q-factor, Q_t , in accordance with 16.3, and the resonance frequency, f_r , in accordance with 19.2, adequately define the low frequency performance of the loudspeaker and are useful in the low frequency design of enclosure and bass reflex loudspeaker systems.

16.4.2 Method of measurement

16.4.2.1 Mount the loudspeaker drive unit in an unlined rigid test enclosure of the following characteristics:

- the enclosure shall be of size and shape appropriate to the size of the driver and any intended application.
- It shall contain a simple vent-hole that can be filled by a flanged plug thus converting the vented or reflex box into a well-sealed enclosure.

16.4.2.2 With the vent closed, measure the system resonance frequency, f_0 , as the lowest frequency above zero, of zero phase of the input impedance.

NOTE 1 This can be done by driving the loudspeaker via a series resistance and applying the voltages across the resistor and the loudspeaker to the horizontal and vertical plates of an oscilloscope. Zero phase is indicated by the elliptic pattern collapsing to a straight line.

NOTE 2 See the note to 16.2.2.2.

16.4.2.3 With the vent open, measure the first three frequencies of zero phase, above zero, in an ascending frequency scale. Let these be f_L , f_B and f_H . (The frequency f_B occurs near the point of minimum impedance and is the actual enclosure resonance frequency as modified by the presence of voice-coil inductance. It should be noted but not used.). The true resonance frequency f_{B0} (which would apply in the absence of voice-coil inductance, enabling the simplified theory to be applied) shall then be calculated from the formula:

$$f_{B0} = \sqrt{f_L^2 + f_H^2 - f_0^2}$$

16.4.2.4 The true driver resonance frequency that would apply to the driver mounted on an infinite baffle in free air shall be given by:

$$f_{r0} = \frac{f_L f_H}{f_{B0}}$$

16.4.2.5 The value of the equivalent air volume of the loudspeaker compliance shall be given by:

$$V_{AS} = V_B \left[\left(\frac{f_0}{f_{r0}} \right)^2 - 1 \right]$$

where V_B is the net internal volume of tested enclosure.

17 Input voltage

17.1 Rated noise voltage

NOTE This is a rated condition in accordance with 3.2.1.

17.1.1 Characteristic to be specified

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

NOTE This value depends upon the way the loudspeaker is mounted, for example unmounted or mounted in a specified enclosure.

17.1.2 Method of measurement

17.1.2.1 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;
- the loudspeaker under test, mounted as specified; loudspeaker drive units shall be tested without baffle, unless an enclosure is specified by the manufacturer.

NOTE 1 If more than one loudspeaker is tested simultaneously, care should be taken to ensure that interaction between the loudspeakers is not significant.

NOTE 2 If a loudspeaker is designed to operate in a restricted frequency range and a corresponding network for frequency limitation is not an integral part of that loudspeaker, an adequate network, which is to be connected to the loudspeaker during the test should be specified by the manufacturer. This network then forms an integral part of the loudspeaker and the rated impedance should be related to the input terminals of this network, its output being loaded by the loudspeaker.

NOTE 3 The order in which the elements in the chain are connected should be as shown in Figure 7. The loudspeaker shall be placed in a room of not less than 8 m³, in which the climatic conditions specified in IEC 60268-1 have been obtained.

17.1.2.2 The frequency response of the power amplifier, when measured at the input terminals of the loudspeaker under test, shall be constant to within $\pm 0,5$ dB in the frequency range 20 Hz to 20 000 Hz. The clipped noise at the terminals of the loudspeaker under test shall have a frequency distribution as specified in IEC 60268-1, and a peak-to-r.m.s. ratio between 1,8 and 2,2.

17.1.2.3 The power amplifier shall have an output impedance not greater than one third of the rated impedance of the loudspeaker system in accordance with 16.1. The amplifier shall be capable of supplying the loudspeaker with a peak voltage of sinusoidal signal without clipping. That peak voltage is at least twice that of the test noise voltage.

17.1.2.4 The loudspeaker shall be tested under each specified climatic condition for a continuous period of 100 h at a rated voltage corresponding to that which the loudspeaker is required to handle.

17.1.2.5 Immediately after the test, the loudspeaker shall be stored under climatic conditions such as normally exist in ordinary rooms or laboratories. Unless otherwise specified, the recovery period shall be 24 h.

17.1.2.6 A loudspeaker 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 acoustical characteristics of the loudspeaker itself compared with those stated in the data sheet for the loudspeaker type, other than a change in the resonance frequency.

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

17.2 Short-term maximum input voltage

17.2.1 Characteristic to be specified

17.2.1.1 The maximum voltage which the loudspeaker drive-unit or system 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.

17.2.1.2 The test shall be repeated 60 times with intervals of 1 min.

17.2.2 Method of measurement

The method of measurement for rated noise voltage specified in 17.1.2 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).

NOTE The r.m.s. value of the voltage applied to the loudspeaker during the on-period may be conveniently measured by removing the gating action and measuring the r.m.s voltage of the continuous noise signal, the loudspeaker being replaced by a resistor equal in value to the rated impedance of the loudspeaker.

17.2.3 Protective devices

17.2.3.1 If the loudspeaker is fitted with a protective device, the short-term maximum input voltage shall be taken as the input voltage applied for the specified period of time that causes the protective device itself to operate.

17.2.3.2 If the operation of a protective device causes the load impedance presented by the loudspeaker to the amplifier to decrease to less than 80 % of the rated impedance at any frequency, the minimum value of the loudspeaker input impedance shall be stated by the manufacturer.

17.3 Long-term maximum input voltage

17.3.1 Characteristic to be specified

17.3.1.1 The maximum voltage which the loudspeaker drive unit or system 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.

17.3.1.2 The test shall be repeated 10 times with intervals of 2 min.

17.3.2 Method of measurement

The method of measurement for rated noise voltage as described in 17.1.2 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).

NOTE The r.m.s. value of the voltage applied to the loudspeaker during the on-period may be conveniently measured by removing the gating action and measuring the r.m.s voltage of continuous noise signal, the loudspeaker being replaced by a resistor equal in value to the rated impedance of the loudspeaker.

17.3.3 Protective devices

17.3.3.1 If the loudspeaker is fitted with a protective device, the long-term maximum input voltage shall be taken as the input voltage applied for the specified period of time which causes the protective device itself to operate.

17.3.3.2 If the operation of a protective device causes the load impedance presented by the loudspeaker to the amplifier to decrease to less than 80 % of the rated impedance at any frequency, the minimum value of the loudspeaker input impedance shall be stated by the manufacturer.

17.4 Rated sinusoidal voltage

NOTE This is a rated condition in accordance with 3.2.1.

17.4.1 Characteristic to be specified

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

NOTE 1 This value can vary as a function of frequency, in which case different values may be given in specified frequency ranges.

NOTE 2 These values depend on the way the loudspeaker is mounted in accordance with Clause 10.

17.4.2 Method of measurement

The method of measurement for rated noise voltage in 17.1.2 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.

18 Input electrical power

18.1 Rated noise power – characteristic to be specified

NOTE 1 This is a rated condition in accordance with 3.2.1.

The electrical 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 power may also be called "power handling capacity".

18.2 Short-term maximum power – characteristic to be specified

The electrical power corresponding to the short-term maximum input voltage, defined as U_{st}^2/R , shall be specified where U_{st} is the short-term maximum input voltage and R is the rated impedance.

18.3 Long-term maximum power – characteristic to be specified

The electrical power corresponding to the long-term maximum input voltage, defined as U_{lt}^2/R shall be specified where U_{lt} is the long-term maximum input voltage and R is the rated impedance.

18.4 Rated sinusoidal power – characteristic to be specified

NOTE This is a rated condition in accordance with 3.2.1.

The electrical 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.

19 Frequency characteristics

19.1 Rated frequency range – characteristic to be specified

NOTE 1 This is a rated condition in accordance with 3.2.1.

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

NOTE 2 The rated frequency range may differ from the effective frequency range particularly in the case of loudspeakers used only as tweeters or woofers, or only for speech.

19.2 Resonance frequency

19.2.1 Resonance frequency of a loudspeaker drive unit – characteristic to be specified

The frequency at which the modulus of the electrical impedance has its first principal maximum on an ascending frequency scale shall be specified. The acoustical 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.

NOTE Loudspeaker drive units may be mounted in accordance with 10.1.

19.2.2 Resonance frequency of a closed box loudspeaker system – characteristic to be specified

The frequency at which the impedance curve has its first principal maximum in an ascending frequency scale, including any crossover networks shall be specified.

19.3 Tuning frequency of a bass reflex or passive radiator loudspeaker system – characteristic to be specified

The frequency at which the modulus of the impedance has its first principal minimum, following its first principal maximum in an ascending frequency scale including any cross-over networks shall be specified.

20 Sound pressure under free-field and half-space free-field conditions

20.1 Sound pressure in a stated frequency band

20.1.1 Characteristic to be specified

The sound pressure produced at a stated distance from the reference point on the reference axis when the loudspeaker is supplied with a pink noise signal in a stated frequency band at a specified voltage shall be specified.

20.1.2 Method of measurement

20.1.2.1 The loudspeaker shall be brought under normal measuring conditions in a free-field or half-space free-field environment. Half-space free-field shall apply only to driver units mounted flush with the reflecting surface.

20.1.2.2 The following equipment shall be included in the chain of measurement:

- the loudspeaker under test;
- a pink noise generator;

- a band-pass filter having slopes of at least 24 dB/octave which limits the bandwidth of the signal to that over which the loudspeaker is to be measured.

20.1.2.3 A pink noise signal of a stated voltage U_p and bandwidth shall be supplied to the loudspeaker.

20.1.2.4 The sound pressure shall be measured at a stated distance. In those cases where a filter having a bandwidth equal to the stated frequency band is not available, an approximation may be made by dividing this frequency band into n sets of 1/3 octave bands in accordance with IEC 61260, the 1/3 octave filters being fed with the pink noise signal. Then the voltage fed to the loudspeaker under test in each 1/3 octave frequency band shall be equal to $U_p / \sqrt{n}$. This sound pressure is given by the formula:

$$p_r = \left[\sum_{i=1}^{i=n} (p_i)^2 \right]^{1/2}$$

where p_i is the sound pressure in a given 1/3 octave band.

20.1.2.5 The conditions shall be stated with the results.

20.2 Sound pressure level in a stated frequency band – characteristic to be specified

Twenty times the logarithm of the ratio of the sound pressure, measured in accordance with 20.1.1, to the standard reference sound pressure (20 μ Pa), shall be specified, expressed in dB.

20.3 Characteristic sensitivity in a stated frequency band

20.3.1 Characteristic to be specified

The sound pressure output shall be specified in a stated frequency in accordance with 20.1.1, referred to an input power of 1 W and to a distance of 1 m on the reference axis.

20.3.2 Method of measurement

Measurements shall be made in accordance with 20.1.2, and they shall be referred to voltage U_p corresponding to a power of 1 W, where U_p is numerically equal to the $\sqrt{R}$ value and where R is the rated impedance.

20.4 Characteristic sensitivity level in a stated frequency band – characteristic to be specified

Twenty times the logarithm of the ratio of the characteristic sensitivity in accordance with 20.3.1 to the standard reference sound pressure (20 μ Pa) shall be specified expressed in dB.

20.5 Mean sound pressure in a stated frequency band

20.5.1 Characteristic to be specified

The square root of the arithmetic mean of the squares of the sound pressures from all the 1/3 octave frequency bands in a frequency band shall be specified.

20.5.2 Method of measurement

Measurements shall be made in accordance with 20.1.2, except that the voltage fed to the loudspeaker under test in each 1/3 octave frequency band shall be equal to U_p . The mean sound pressure in a stated frequency band shall be determined by the formula:

$$p_m = \frac{p_r}{\sqrt{n}}$$

NOTE See 20.1.2.4 for the formula to use in determining the value of p_r .

20.6 Mean sound pressure level in a stated frequency band – characteristic to be specified

Twenty times the logarithm of the ratio of p_m , in accordance with 20.5.2, to the standard reference sound pressure (20 μPa) shall be specified expressed in dB.

21 Response under free-field and half-space free-field conditions

21.1 Frequency response

21.1.1 Characteristic to be specified

The sound pressure level shall be specified as a function of frequency, 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, either with sinusoidal or with band noise signals.

21.1.2 Method of measurement

21.1.2.1 The loudspeaker shall be brought under normal measuring conditions in a free-field or half-space free-field environment.

21.1.2.2 A band noise or a sinusoidal signal of constant voltage shall be supplied to the loudspeaker.

21.1.2.3 Measurements shall be made over at least the effective frequency range in accordance with 21.2.

Measurements with band-filtered noise shall be performed either:

- a) by supplying the loudspeaker with a pink noise (limited to the effective frequency range of the loudspeaker) and analysing the microphone output signal by means of 1/3 octave filters; or,
- b) by supplying the loudspeaker with a narrow band noise signal in accordance with 4.3.

NOTE If method b) is adopted, filters are not necessary in the microphone chain, but there should be no restriction against their use.

21.1.2.4 The results shall be presented as a graph as a function of frequency. The space condition and the band-filtered noise measurement chosen shall be stated.

21.1.3 Measurement correction at low frequencies

If the low-frequency absorption characteristic of an anechoic room causes a deviation from free-field conditions such that accurate measurement of free-field response down to the lower limit of the effective frequency range in accordance with 21.2 is not possible, the low-frequency measurement results shall be corrected as follows.

21.1.3.1 The loudspeaker under test shall be removed from the room and replaced by a calibrated reference loudspeaker located so that its reference point and reference axis take the positions previously occupied by those of the loudspeaker under test.

The reference loudspeaker shall have substantially the same directional characteristics as the loudspeaker under test over the frequency range where correction is required, and its calibrated free-field frequency response shall extend to the lowest frequency of interest.

NOTE 1 It is necessary to determine the frequency response of the reference loudspeaker accurately. For reference loudspeakers with limited low-frequency response (main resonance above 150 Hz), measurements in a very large anechoic room (for example 8 m × 10 m × 12 m) can be sufficiently accurate. For loudspeakers with extended low-frequency response, measurements on a tower (typically 10 m or more above ground level) in the open air can become necessary.

NOTE 2 For measurement of the low-frequency response of a multi-unit loudspeaker system, the reference point is ideally the reference point of the bass unit.

21.1.3.2 The frequency response of the reference loudspeaker shall be measured using the same equipment and technique as for the loudspeaker under test in accordance with 21.1.2.

21.1.3.3 Over the low-frequency range where the frequency response thus measured for the reference loudspeaker deviates from its known calibrated free-field response, the difference between the calibrated and measured responses shall be used to correct the measured response of the loudspeaker under test.

21.2 Effective frequency range

21.2.1 Characteristic to be specified

The range of frequencies, bounded by stated upper and lower limits, for which the frequency response of the loudspeaker in accordance with 21.1.2, measured on the reference axis with a sinusoidal signal is not more than 10 dB below the sound pressure level averaged over a bandwidth of 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 (one-third of 1/3 octave) at –10 dB level shall be neglected in determining the frequency limits.

21.2.2 Method of measurement

The effective frequency range may be obtained from the frequency response described in 21.1.1, measured with sinusoidal signals only.

21.3 Transfer function

21.3.1 Characteristic to be specified

The sound pressure amplitude level and phase versus frequency shall be specified, measured under free-field or simulated free-field conditions, at a stated position with respect to the reference axis and point, for a specified constant voltage at the loudspeaker terminals. Unless otherwise stated, this voltage shall be 1 V.

The signal level used shall ensure that the measurement result is unaffected by non-linearity.

The sound pressure amplitude level is normally expressed as the equivalent sound pressure level. In presenting the phase as a function of frequency, phase shift related to propagation delay between loudspeaker and microphone shall be removed.

21.3.2 Method of measurement

21.3.2.1 The loudspeaker shall be brought under normal measuring conditions in a simulated free-field environment.

21.3.2.2 An impulsive test signal with a spectral bandwidth at least as great as the frequency range of interest shall be supplied to the loudspeaker.

NOTE To achieve an adequate signal-to-noise ratio the test signal may be repeated, allowing sufficient time between repetitions for the sound pressure level due to reverberation to decrease to a negligible value, and the results averaged. In order to minimize the measurement time required, spectral shaping (pre-emphasis) may be applied to the test signal and complementary correction (de-emphasis) to the measured sound pressure.

21.3.2.3 The sound pressure shall be measured under the conditions of 21.3.2.1 and 21.3.2.2, and the results expressed as a function of frequency. This is normally obtained by sampling and digitizing the sound pressure signal and performing a Fourier transform in a digital Fourier analyser or computer. The method of transforming the measured signal into the frequency domain shall not introduce errors exceeding 0,1 dB in the calculated sound pressure level result over the frequency range.

21.3.2.4 The voltage applied to the loudspeaker terminals shall be measured, via a calibrated frequency-independent attenuator and the microphone signal measuring chain, with any pre-emphasis and de-emphasis elements included, and the results expressed as a function of frequency as in 21.3.2.3.

21.3.2.5 The loudspeaker transfer function shall be the measurement result of the procedure specified in 21.3.2.3, divided by the measurement result of the procedure specified in 21.3.2.4, the microphone sensitivity and attenuator calibration having been taken into account. This function shall be presented as a plot of magnitude and phase as a function of frequency, with the magnitude expressed as the equivalent sound pressure level for an input power of 1 W.

22 Output power (acoustic power)

22.1 Acoustic power in a frequency band

22.1.1 Characteristic to be specified

The total sound power radiated by a loudspeaker in a given frequency band with centre frequency f for a defined input signal shall be specified.

22.1.2 Method of measurement

22.1.2.1 General

22.1.2.1.1 The loudspeaker shall be brought under normal measuring conditions in a free-field, a half-space free-field or a diffuse field environment. Dependent on the environment chosen, the measurement shall be carried out by one of the methods given in 22.1.2.2 and 22.1.2.3.

22.1.2.1.2 The results shall be presented graphically as a function of frequency.

22.1.2.2 Measurement of acoustic power under free-field or half-space free-field conditions

22.1.2.2.1 The square of the r.m.s. sound pressure shall be averaged over a large sphere in the case of free-field conditions, and over a large hemisphere in accordance with ISO 3744 or ISO 3745, in the case of half-space free-field conditions, at a large number of points evenly distributed around the system under measurement.

22.1.2.2.2 If the system has axial symmetry of revolution, measurements in a plane containing this axis may be considered sufficient, provided that the measurements are suitably weighted in the averaging process.

22.1.2.2.3 The acoustic power under free-field conditions shall be determined by the formula:

$$P_a(f) = \frac{4\pi r^2}{\rho_0 c} p^2(f) = 0,031 r^2 p^2(f)$$

where:

$P_a(f)$ is the acoustic power, in W;

r is the sphere radius, in m;

$p(f)$ is the sound pressure averaged over a large sphere, in Pa;

ρ_0 and c are the density and the sound velocity of the air.

The acoustic power under half-space free-field conditions shall be determined by the formula:

$$P_a(f) = \frac{2\pi r^2}{\rho_0 c} p^2(f) = 0,016 r^2 p^2(f)$$

22.1.2.3 Measurement of acoustic power under diffuse field conditions

22.1.2.3.1 The sound pressure in the frequency band of mid-band frequency f shall be determined in accordance with 20.1.2.

22.1.2.3.2 The acoustic power of the loudspeaker $P_a(f)$ shall be given approximately by the relation:

$$P_a(f) = \frac{V}{T(f)} p^2(f) 10^{-4}$$

where:

$P_a(f)$ is the acoustic power, in W;

V is the reverberation room volume, in m³;

$T(f)$ is the reverberation time of the room in the frequency band considered, in seconds;

$p(f)$ is the sound pressure, in Pa.

NOTE 1 The filtering may take place either in the loudspeaker chain or in both the loudspeaker and the microphone chains.

NOTE 2 An alternative method for measuring the sound power of loudspeakers, using a sound power source, is described in ISO 3743-1 and in ISO 3743-2.

22.2 Mean acoustic power in a frequency band

22.2.1 Characteristic to be specified

The arithmetic mean of the acoustic power in all 1/3 octave frequency bands in the frequency band considered shall be specified.

22.2.2 Method of measurement

22.2.2.1 The measurement shall be made in accordance with 22.1.2.

22.2.2.2 The mean acoustic power shall be calculated as the arithmetic mean of the acoustic power measured individually for all the 1/3 octave frequency bands included in the frequency range considered.

22.3 Efficiency in a frequency band

22.3.1 Characteristic to be specified

The ratio f of the acoustic power radiated by a loudspeaker to the electrical power supplied in a frequency band of mid frequency shall be specified.

22.3.2 Method of measurement

Efficiency in a frequency band shall be measured by the following method:

- a) the measurement shall be made in accordance with 22.1.2;
- b) the electrical power shall be determined in accordance with 3.2.2;
- c) the efficiency in a frequency band shall be given as the ratio of the acoustic power to the electrical power.

22.4 Mean efficiency in a frequency band

22.4.1 Characteristic to be specified

The arithmetic mean of the efficiency in all the 1/3 octave frequency bands in the frequency band concerned shall be specified.

22.4.2 Method of measurement

22.4.2.1 The efficiency in the frequency band shall be determined in accordance with 22.3.2.

22.4.2.2 The mean efficiency shall be calculated as the arithmetic mean of the efficiencies measured in each of the 1/3 octave bands covering the frequency range required.

23 Directional characteristics

23.1 Directional response pattern

23.1.1 Characteristic to be specified

The sound pressure level shall be specified as a function of the angle between the measuring axis and the reference axis, and of frequency of the radiated sound, measured under free-field conditions in a specified plane shall be specified. The measuring axis shall be the line joining the microphone to the reference point.

23.1.2 Method of measurement

23.1.2.1 The loudspeaker shall be brought under normal measuring conditions in a free-field environment.

23.1.2.2 The measuring microphone shall be positioned in a specific plane, containing the reference axis, at a specified distance from the reference point.

23.1.2.3 Either a sinusoidal or a band noise signal shall be used. It shall be applied to the loudspeaker. The input voltage shall be adjusted for each frequency or band so that the sound pressure at a specified point on the reference axis is kept constant.

23.1.2.4 One of the following ways may be chosen for displaying the directional response pattern:

- a) a family of polar response curves at stated frequencies or frequency bands shall be displayed;

NOTE 1 Preferably 1/3 octave or one octave, over the rated frequency range. However for at least the following frequencies: 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz and 8 000 Hz; a device should be used that provides a continuous change in angular deviation.

- b) a family of frequency response curves at various angles from the reference axis shall be displayed.

NOTE 2 Angles at 15° intervals should be used.

NOTE 3 See AES information document AES-5id-1997.

23.1.2.5 Results of the measurement for 23.1.2.4 a) shall be plotted as polar curves in accordance with IEC 60268-1 and IEC 60263.

NOTE 1 Great care is needed to ensure that significant lobes are adequately explored. In presenting the results, the orientation of the measuring axis with respect to the reference axis shall be stated. If a point-by-point method is used, the graph shall clearly show the angles used.

NOTE 2 For very small loudspeakers such as tweeters, it may be necessary to use higher frequencies outside those mentioned above. These frequencies should conform to those given in IEC 60268-1.

NOTE 3 Care should be taken that the level on the reference axis of the loudspeaker corresponds to the zero level of the polar diagram.

23.2 Radiation angle

23.2.1 Characteristic to be specified

The angle, measured with respect to the reference axis in a plane containing this axis shall be specified such that the sound pressure level within the angle at the measuring distance decreases by less than 10 dB with respect to the sound pressure level on the reference axis. The frequency range over which this specification is met shall be stated.

23.2.2 Method of measurement

23.2.2.1 The radiation angle shall be deduced from the directional response pattern in the rated frequency range, measured in accordance with 23.1.2.4 a).

23.2.2.2 If the directional response pattern of the loudspeaker has no cylindrical symmetry, the value shall be given in two perpendicular planes.

NOTE The radiation angle may be plotted as a graph with frequency as abscissa and the angles on the ordinate, symmetrical with respect to 0°.

23.3 Directivity index

23.3.1 Characteristic to be specified

The ratio of the following two sound pressure values, expressed in dB, shall be specified:

- the sound pressure measured at a chosen point on the reference axis;
- the sound pressure that a point source radiating the same acoustic power as the loudspeaker under test would produce at the same measuring position under free-field conditions.

23.3.2 Method of measurement

The directivity index D_i shall be determined in accordance with either 23.3.2.1 or 23.3.2.2.

23.3.2.1

- The sound pressure level (L_{ax}) shall be measured in accordance with 20.1.2 in a free-field environment and at a distance of 1 m.
- The sound pressure level shall be measured under diffuse field conditions (L_p).
- In both measurements, the loudspeaker shall be supplied with the same stated voltage of filtered pink noise.
- The directivity index (D_i) shall be determined from the formula:

$$D_i = L_{ax} - L_p + 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) - 10 \lg \left(\frac{V}{V_0} \right) + 25 \text{ dB}$$

where:

- L_{ax} is the sound pressure level under free-field conditions, measured on the reference axis and referred to a distance of 1 m;
- L_p is the sound pressure level measured under diffuse field conditions;
- T is the reverberation time of the reverberation room, in s;
- T_0 is a reference reverberation time of 1 s;
- V is the reverberation room volume, in m^3 ;
- V_0 is a reference volume of 1 m^3 ;
- 25 is an approximate value related to constant factors in the SI system of units

23.3.2.2

- The squares of the sound pressure taken from the polar curves in accordance with 23.1.2.4 a) shall be integrated over a sphere, to give a mean value s_m by using one of the methods given in 22.1.2.2 and 22.1.2.3.
- The square of the sound pressure on the axis shall be determined, s_o .
- The directivity index D_i shall be specified as ten times the logarithm of the ratio of s_o to s_m .

23.4 Coverage angle or angles

23.4.1 Characteristic to be specified

The angle between the two directions on either side of the main lobe of the directional response pattern, at which the sound pressure level is 6 dB less than that at the direction of maximum level, shall be specified.

The angle shall be measured in a plane containing the reference axis.

The directional response pattern shall be measured with octave band noise centred on a specified frequency in accordance with 23.1.

For loudspeakers which are designed to have different coverage angles in different planes through the reference axis, coverage angles shall be specified in at least two orthogonal planes in accordance with 23.2.2.2.

23.4.2 Method of measurement

The coverage angle or angles shall be deduced from the directional response pattern or patterns measured with an octave band centred on 4 000 Hz, if the effective frequency range of the loudspeaker includes both 2 800 Hz and 5 700 Hz (1/2 octave above and below 4 000 Hz).

If the effective frequency range does not include the octave band centred on 4 000 Hz, the coverage angle or angles shall be deduced from measurements in an octave band of specified centre frequency, near the upper limit of the effective frequency range.

The coverage angle or angles may, in addition, be specified for other centre frequencies of octave bands.

The centre frequency or frequencies used for the measurements shall be presented with the measured data.

NOTE An approximate relation between the coverage angles and the directivity index in the same octave band may be specified by:

$$D_i = 10 \lg \left[\frac{180}{\arcsin \{ \sin(A/2) \sin(B/2) \}} \right]$$

where A and B are the coverage angles in degrees in two orthogonal planes.

24 Amplitude non-linearity

NOTE A general explanation on amplitude non-linearity can be found in IEC 60268-2. The characteristics to be specified and the methods of measurement of various types of amplitude non-linearity, which can be of importance for loudspeakers, are prescribed in subclauses 24.1 to 24.6.

24.1 Total harmonic distortion

24.1.1 Characteristic to be specified

The total harmonic distortion shall be specified, expressed in terms of total sound pressure p_t .

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

24.1.2.1 The loudspeaker shall be brought under free-field conditions for loudspeaker systems and in half-space free-field conditions for loudspeaker drive units. A series of sinusoidal input voltages with increasing frequencies up to 5 000 Hz, shall be supplied to the loudspeaker. The input voltages chosen shall not exceed the rated sinusoidal voltage in accordance with 17.4. The range of frequencies shall be covered by means of gliding tones, because a step-by-step method may cause important information to be missed.

24.1.2.2 A measuring microphone shall be situated 1 m from the reference point, unless otherwise specified.

24.1.2.3 A selective voltmeter, such as a wave analyser, preceded, if necessary, by a high-pass filter which suppresses the fundamental, shall be connected to the measuring microphone.

24.1.2.4 The sound pressure of the separate harmonics p_{nf} shall be measured.

24.1.2.5 The total sound pressure p_t , including the fundamental, shall be measured by a wide band meter connected to the microphone. The meter shall indicate the true r.m.s. value of the harmonic.

24.1.2.6 The total harmonic distortion shall be determined by the formula:

in %:

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

in dB:

$$L_{dt} = 20 \lg \frac{d_t}{100}$$

24.1.2.7 The results of the measurement shall be presented graphically as a function of the fundamental frequency. The distortion values shall be expressed in dB when a gliding tone method is used. When applying a step-by-step method, the expression as a percentage shall be used.

Together with the results, the following information shall be given:

- the input voltage and the sound pressure level referred to 1 m;
- whether a gliding tone or a step-by-step method has been used;
- any discrete frequencies used; the distance of the measuring microphone from the reference point if this differs from 1 m and the conditions of measurement (free-field or half-space free-field).

24.1.3 Method of measurement for input voltages higher than the rated sinusoidal voltage

24.1.3.1 The loudspeaker shall be brought under free-field conditions for loudspeaker systems and in half-space free-field conditions for loudspeaker drive units. A series of tone burst input voltages with increasing frequencies shall be supplied to the loudspeaker. Each tone burst shall be long enough for the steady-state response to be achieved. Its amplitude shall be chosen to be not larger than the short-term maximum input voltage in accordance with 17.2.

NOTE The frequencies should be produced by a step-by-step method.

24.1.3.2 A measuring microphone shall be situated at 1 m distance from the reference point, unless otherwise specified.

24.1.3.3 A sampling-processing system shall be used to sample the tone burst response received by the measuring microphone. The sampling frequency shall be high enough to enable the highest harmonic of interest. To eliminate zero-crossing errors, either the sampling instants shall be coincident with the zero-crossings of the tone burst signal, or the microphone signals shall be windowed (a Hanning window is usually suitable). The system shall calculate the spectrum from the data of one or more cycles in order to obtain total sound pressure including fundamental p_t and the separate harmonics p_{nf} .

24.1.3.4 The total harmonic distortion at input voltages higher than the rated sinusoidal voltage shall then be determined by the formula given in 24.1.2.6.

24.1.3.5 The harmonic distortion components of the second and third orders at input voltages higher than the rated sinusoidal input voltage shall be determined by the formulas given in 24.2.2.6.

24.1.3.6 The following data shall be given with the results of the measurement:

- the input voltage and the sound pressure level referred to 1 m;
- discrete frequencies at which measurements were made;
- distance of the measuring microphone to the reference point if this differs from 1 m;
- conditions of measurement (free-field or half-space free-field).

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

24.2.1 Characteristic to be specified

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

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

24.2.2.1 The loudspeaker shall be brought under free-field conditions for loudspeaker systems and in half-space free-field conditions for loudspeaker drive units.

A series of sinusoidal input voltages with increasing frequencies, to 5 000 Hz, shall be supplied to the loudspeaker. 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 17.4.

NOTE The range of frequencies should be covered by means of gliding tones, because a step-by-step method may cause important information to be missed.

24.2.2.2 A measuring microphone shall be situated 1 m from the reference point, unless otherwise specified.

24.2.2.3 A selective voltmeter, such as a wave analyser, preceded, if necessary, by a high-pass filter that suppresses the fundamental, shall be connected to the measuring microphone.

24.2.2.4 The sound pressure of the separate harmonics p_{nf} shall be measured.

24.2.2.5 The total sound pressure, including the fundamental p_t shall be measured by a wide band meter connected to the microphone.

24.2.2.6 The harmonic distortion of the second order shall be determined by the formula:

in %:

$$d_2 = \frac{p_{2f}}{p_t} \times 100 \%$$

in dB:

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

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

in %:

$$d_3 = \frac{p_{3f}}{p_t} \times 100 \%$$

in dB :

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

24.2.2.7 The results of the measurement shall be presented graphically as a function of the fundamental frequency. The distortion values shall be expressed in dB when a gliding tone method is used. When applying a step-by-step method the expression as a percentage shall be used.

Together with the results, the following information shall be given:

- the input voltage and the sound pressure level referred to 1 m;
- whether a gliding tone or a step-by-step method has been used;
- any discrete frequencies used; the distance of the measuring microphone from the reference point if this differs from 1 m and the conditions of measurement (free-field or half-space free-field).

24.3 Characteristic harmonic distortion

24.3.1 Characteristic to be specified

The characteristic harmonic distortion shall be specified expressed in terms of the mean sound pressure in a stated frequency band.

24.3.2 Method of measurement

The measurement shall be in accordance with 24.1.2 except that the total sound pressure p_t shall be replaced by the mean sound pressure p_m determined in accordance with 20.5.2. The mean sound pressure shall apply to the loudspeaker a 1/3 octave band filtered pink-noise signal, wherein the signal power in each 1/3 octave shall be equal to the measuring signal power being used for measurement of harmonic total distortion as in 24.1.2

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

24.4.1 Characteristic to be specified

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

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

24.4.2 Method of measurement

24.4.2.1 The loudspeaker shall be brought under free-field or half-space free-field conditions. Two sources of sinusoidal signals with an amplitude ratio of 4:1 and 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 loudspeaker.

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

24.4.2.2 A measuring microphone shall be situated 1 m from the reference point, unless otherwise specified.

24.4.2.3 A wave analyser shall be connected to the measuring microphone. Distortion components measured can be due both to modulation distortion and to Doppler effect; in order to separate the two kinds of distortion, phase measurements shall be required. Modulation components of frequencies $f_2 \pm f_1$ and $f_2 \pm 2f_1$ only shall be considered.

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

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

in %:
$$d_2 = \frac{P(f_2-f_1) + P(f_2+f_1)}{P_{f_2}} \times 100 \%$$

in dB:
$$L_{d2} = 20 \lg \left(\frac{d_2}{100} \right)$$

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

in %:
$$d_3 = \frac{P(f_2-2f_1) + P(f_2+2f_1)}{P_{f_2}} \times 100 \%$$

in dB:
$$L_{d3} = 20 \lg \left(\frac{d_3}{100} \right)$$

24.4.2.5 The results of the measurement shall be presented graphically, as a function of a reference voltage which is the r.m.s. value of a sinusoidal voltage having the same peak-to-peak value as the test signal applied to the loudspeaker 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.

24.5 Characteristic modulation distortion of the n^{th} order (where $n = 2$ or $n = 3$)

24.5.1 Characteristic to be specified

The modulation distortion of the n^{th} order shall be specified, expressed in terms of the sound pressure in a stated frequency band, excluding frequency f_1 .

24.5.2 Method of measurement

The measurement shall be made in accordance with 24.4.2 except that the total sound pressure p_{f_2} shall be replaced by the sound pressure in a stated frequency band, excluding frequency f_1 in accordance with 20.1.

24.6 Difference frequency distortion (of the second order only)

24.6.1 Characteristic to be specified

The ratio of sound pressure, radiated by the loudspeaker under test at frequency ($f_2 - f_1$), and the total sound pressure radiated by the loudspeaker shall be specified. The frequencies f_1 and f_2 are two sinusoidal input signals of equal amplitudes, expressed in terms of r.m.s. value.

24.6.2 Method of measurement

24.6.2.1 The loudspeaker shall be brought under free-field or half-space free-field conditions. Two sources of sinusoidal signals with equal amplitudes and with frequencies f_1 and f_2 (usually $f_2 - f_1 = 80$ Hz) 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 loudspeaker.

NOTE A recommended minimum value for f_1 is twice the value of the difference frequency between f_1 and f_2 , provided that this is within the rated frequency range of the loudspeaker.

24.6.2.2 A measuring microphone shall be situated at 1 m from the reference point, unless otherwise specified.

24.6.2.3 A narrow band-pass filter adjusted for frequency ($f_2 - f_1$) shall be connected to the measuring microphone, and the r.m.s. value of the component with frequency ($f_2 - f_1$) shall be measured.

24.6.2.4 The second order difference frequency distortion shall be determined by the formula:

in %:

$$d = \frac{P_{(f_2-f_1)}}{P_{f_1} + P_{f_2}} \times 100 \%$$

where P_f is the sound pressure at frequency f ;

in dB:

$$L_d = 20 \lg \left(\frac{d}{100} \right)$$

24.6.2.5 The results of the measurement shall be presented graphically, as a function of a measuring voltage and frequency:

$$\frac{f_1 + f_2}{2}$$

The conditions of measurement (free-field or half-space free-field) shall be stated with the results.

25 Rated ambient conditions

25.1 Temperature ranges

25.1.1 Performance limited temperature range – characteristic to be specified

The temperature range over which the variation of the characteristics of the loudspeaker will not exceed the specified tolerances shall be specified.

25.1.2 Damage limited temperature range – characteristic to be specified

The range of environmental temperature during operation or storage shall be specified that, if exceeded, may result in permanent changes in the operating characteristics.

25.2 Humidity ranges

25.2.1 Relative humidity range – characteristic to be specified

The relative humidity range over which the variation of the characteristics of the loudspeaker will not exceed the specified tolerances shall be specified.

25.2.2 Damage limited humidity range – characteristic to be specified

The range of environmental relative humidity during operation or storage shall be specified that, if exceeded, may result in permanent changes in the operating characteristics.

26 Stray magnetic fields

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

26.1 Static components

26.1.1 Characteristic to be specified

The maximum value of the static magnetic field strength, in A/m, produced by the magnet system of the loudspeaker at 30 mm from any part (or associated parts) of its rear side, or from any part of its enclosure, when no audio signal is applied shall be specified.

If the static component (H) is measured as the magnetic induction; the measured value shall be converted into ampere per metre using the following relations:

$$H = \frac{B}{\mu_0}$$

where

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

B is the magnetic flux density, in T.

26.1.2 Method of measurement

26.1.2.1 The static magnetic flux shall be measured using a Hall (or other suitable type) probe flux meter. A non-magnetic holder (for example wood or plastic) shall be fitted on to the probe to control the measuring distance from the loudspeaker under test, as shown in Figure 8.

26.1.2.2 Before starting the measurement, the instrument shall be set to zero in accordance with the manufacturer's instructions in order to remove the influence of the Earth's magnetic field. To do this, the Hall probe fixture shown in Figure 8 shall be oriented and fixed to null the indication due to the Earth's magnetic field. Care shall be taken to exclude any magnetic material from the measuring area which exhibit a low and uniform ambient magnetic field.

26.1.2.3 When the Hall probe is fixed, the loudspeaker under test 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 loudspeaker. If the positioning of the Hall probe is used, the measuring space shall not exhibit any external magnetic influence that exceeds one tenth of the magnetic field strength to be measured.

26.1.2.4 The highest measured value of magnetic field strength, expressed in A/m, shall be recorded as the result.

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

26.2 Dynamic components

26.2.1 Characteristics to be specified

Maximum values shall be specified of both static and alternating components of the magnetic field strength, in A/m, created by the loudspeaker and associated parts at a measuring distance of 30 mm, when the loudspeaker is driven at its rated noise voltage of simulated programme signal in accordance with IEC 60268-1.

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

26.2.2 Method of measurement

26.2.2.1 The loudspeaker 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 17.1, during measurements.

26.2.2.2 The static and alternating components shall be measured using a Hall probe flux meter (or other suitable type with measuring range up to 10 000 Hz), while alternating component measurement is possible with the standard search coil, in accordance with IEC 60268-1. A non-magnetic holder (for example wood or plastic) shall be fitted onto the probe to control the measuring distance from the loudspeaker under test as in 26.1.2.

26.2.2.3 For a static component, the measuring procedure shall be the same as that described in 26.1.2.2.

26.2.2.4 For an alternating component, before starting the measurement, the Hall probe (or search coil) fixture shall be oriented so that no external influence can reach one tenth of the alternating component to be measured, within the measuring frequency band.

NOTE Care should be taken to remove any electromagnetic influence from the measuring area that can compromise the required measuring accuracy.

26.2.2.5 When the magnetic probe is properly oriented, the loudspeaker under test shall be applied against the magnetic probe holder, in any possible position and orientation, 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 loudspeaker. In this case, the measuring area shall not exhibit any external magnetic influence that exceeds one tenth of the magnetic field strength to be measured.

26.2.2.6 The highest measured values of the static component and of the alternating component of the magnetic field strength, expressed in A/m, shall be recorded as the results.

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

27 Physical characteristics

27.1 Dimensions

The outer frame and mounting dimensions of the loudspeaker shall be specified in accordance with IEC 60268-14 for preferred outer frame diameters and mounting dimensions of circular and elliptical loudspeakers.

27.2 Mass

The mass of the loudspeaker when ready for use shall be specified.

27.3 Cable assemblies

Cable connections and connectors shall be in accordance with either IEC 60268-11 or IEC 60268-12.

NOTE In some circumstances, the connectors which are at present standardized are unsuitable and the use of other types is unavoidable.

28 Design data

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

- total air-gap flux;
- air-gap flux density;
- magnetic gap energy;
- d.c. resistance of the voice coil;
- 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} ;

29 Indication of the characteristics to be specified

Data that shall be given by the manufacturer are indicated in Table 1 by an “X”. Data that the manufacturer is recommended to give are indicated by the letter “R”.

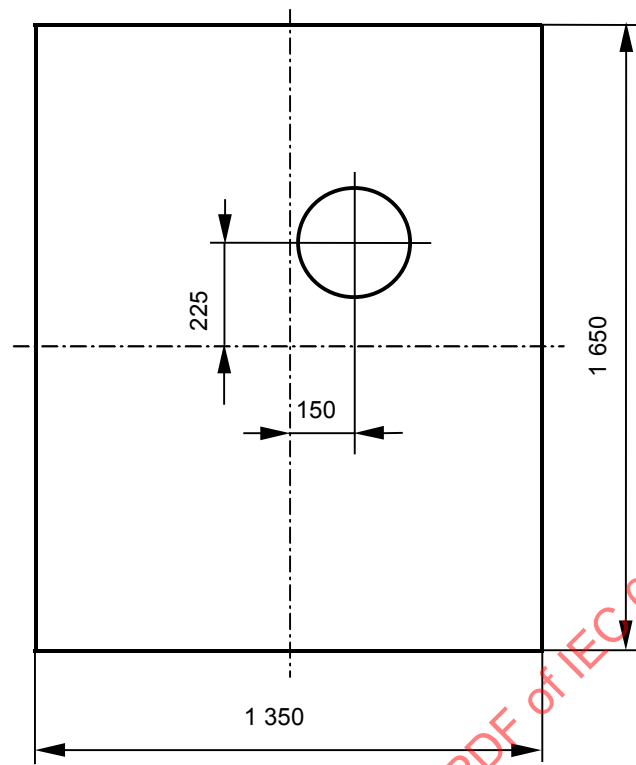
A = data that shall be labelled on the loudspeaker (or on the rating plate);

B = data that shall be specified in a document available to the user before purchase of the loudspeaker;

Values given by the manufacturer should be stated as “rated...”.

Table 1 – Indication of the characteristics to be specified

Clauses and subclauses	Drive unit		System	
	A	B	A	B
13 Type description				
13.2 Loudspeaker drive units				
13.2.1 Principle of the transducer		X		
13.2.2 Type		X		
13.3 Loudspeaker system				X
14 Marking of terminals and controls	X		X	
15 Reference plane, reference point and reference axis				
15.1 Reference plane		X		X
15.2 Reference point		X		X
15.3 Reference axis		X		X
16 Impedance and derivative characteristics				
16.1 Rated impedance	X	X	X	X
16.2 Impedance curve		X		X
16.3 Total Q-factor (Q_t)		R		
16.4 Equivalent air volume of a loudspeaker drive unit compliance (V_{as})		R		
17 Input voltage				
17.1 Rated noise voltage		X		X
17.2 Short-term maximum input voltage		R		R
17.3 Long-term maximum input voltage		X		X
17.4 Rated sinusoidal voltage		X		X
18 Input electrical power				
18.1 Rated noise power		X		X
18.2 Short-term maximum power		R		R
18.3 Long-term maximum power		X		X
18.4 Rated sinusoidal power		X		X
19 Frequency characteristics				
19.1 Rated frequency range		X		X
19.2 Resonance frequency		X		R
19.3 Tuning frequency of a bass reflex or passive radiator loudspeaker system				R
20 Sound pressure under free-field and half-space free-field conditions				
20.6 Mean sound pressure level in a stated frequency band		X		X
21 Response under free-field and half-space free-field conditions				
21.1 Frequency response		X		X
21.2 Effective frequency range		X		X
21.3 Transfer function		R		R
22 Output power (acoustic power)				
22.4 Mean efficiency in a frequency band		R		R
23 Directional characteristics				
23.1 Directional response pattern		R		R
23.2 Radiation angle		R		R
23.3 Directivity index		R		R
23.4 Coverage angle or angles		R		R
24 Amplitude non-linearity				
24.1 Total harmonic distortion (the rated value of the appropriate characteristic)		R		R
24.4 Modulation distortion of the n^{th} order (where $n = 2$ or $n = 3$)		R		R
24.6 Difference frequency distortion (of the second order only)		R		R
25 Rated ambient conditions				
25.1 Temperature range		R		R
25.2 Humidity ranges		R		R
26 Stray magnetic fields				
26.1 Static components		R		R
26.2 Dynamic components		R		R
27 Physical characteristics				
27.1 Dimensions		X		X
27.2 Mass		X		X
27.3 Cable assemblies		X		X
28 Design data		R		R



IEC 1264/03

Dimensions are in millimetres

Figure 2 – Standard baffle, dimensions

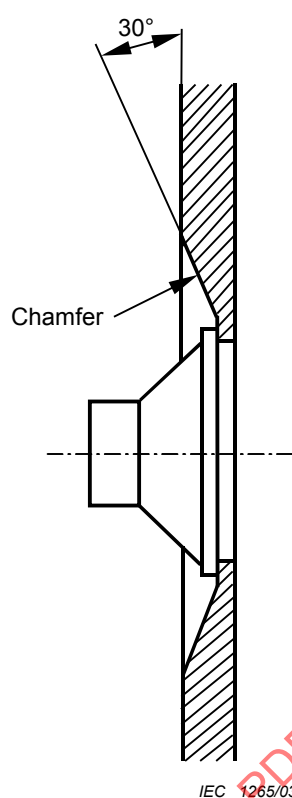


Figure 3 – Standard baffle with chamfer

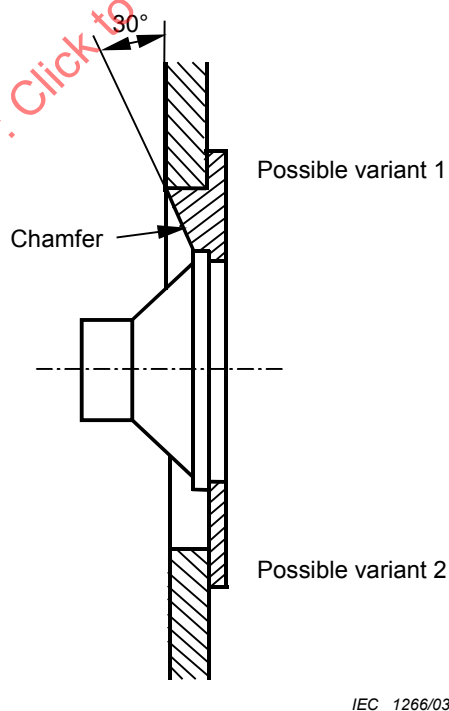
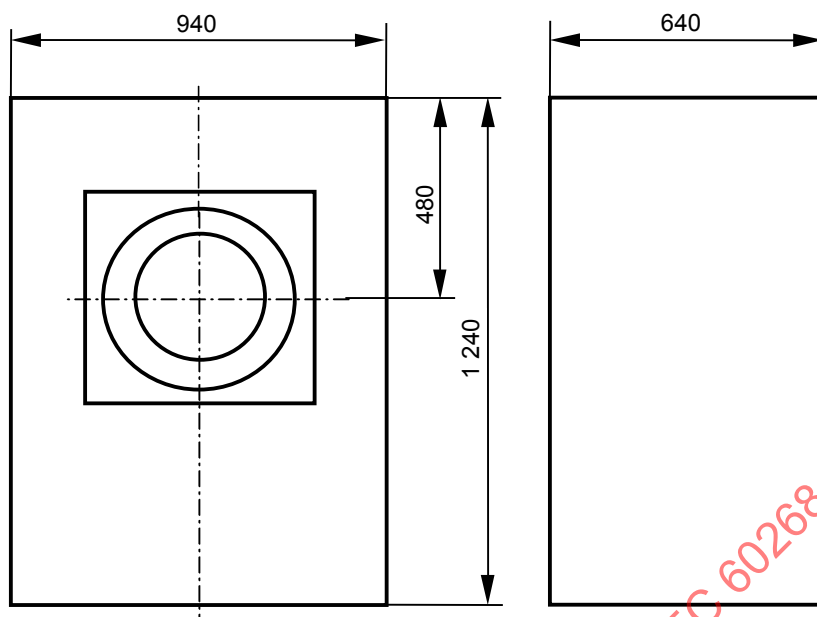


Figure 4 – Standard baffle with sub-baffle

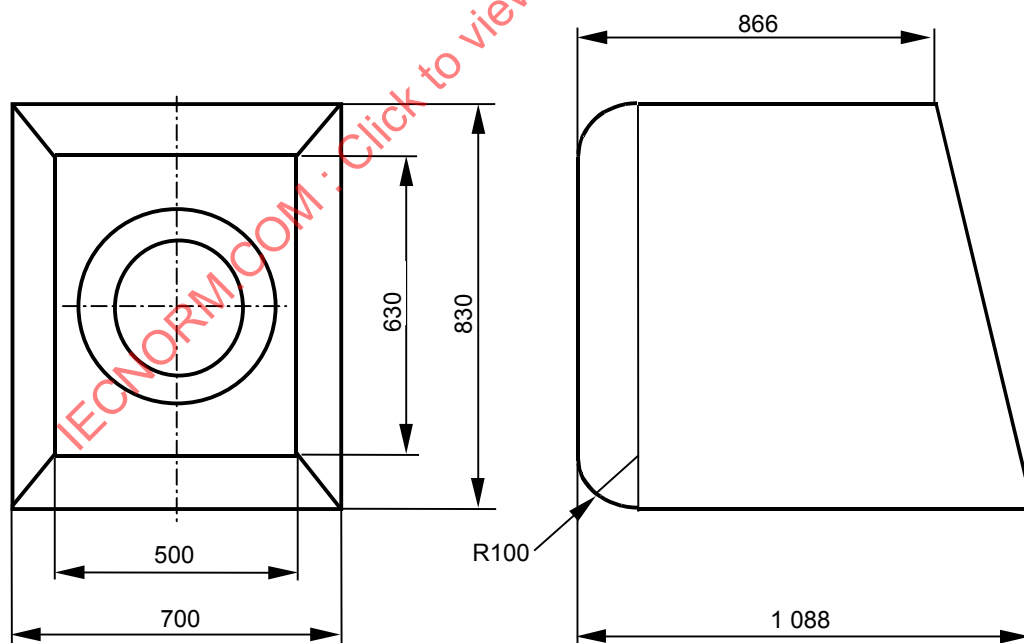


IEC 1267/03

(Net volume is about 600 l)

Dimensions are in millimetres

Figure 5 – Standard measuring enclosure type A



IEC 1268/03

(Net volume is about 450 l)

Dimensions are in millimetres

Figure 6 – Standard measuring enclosure type B

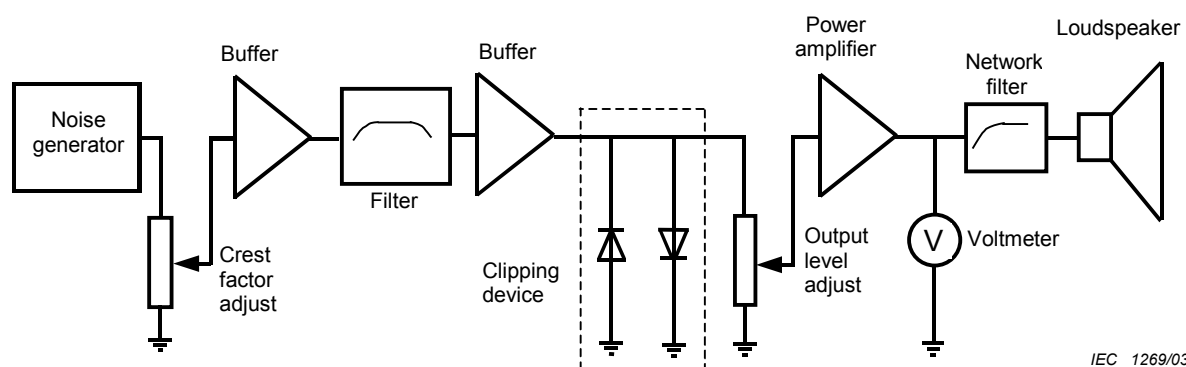
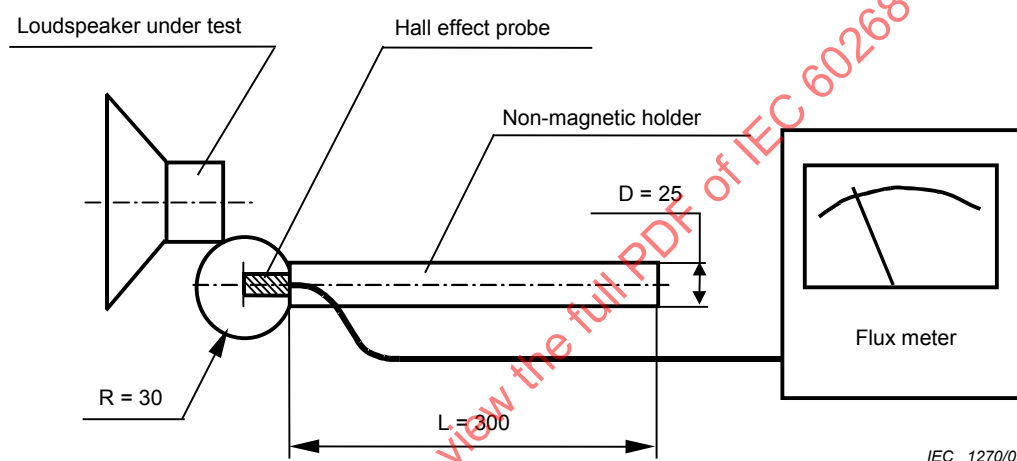


Figure 7 – Block diagram of test set-up



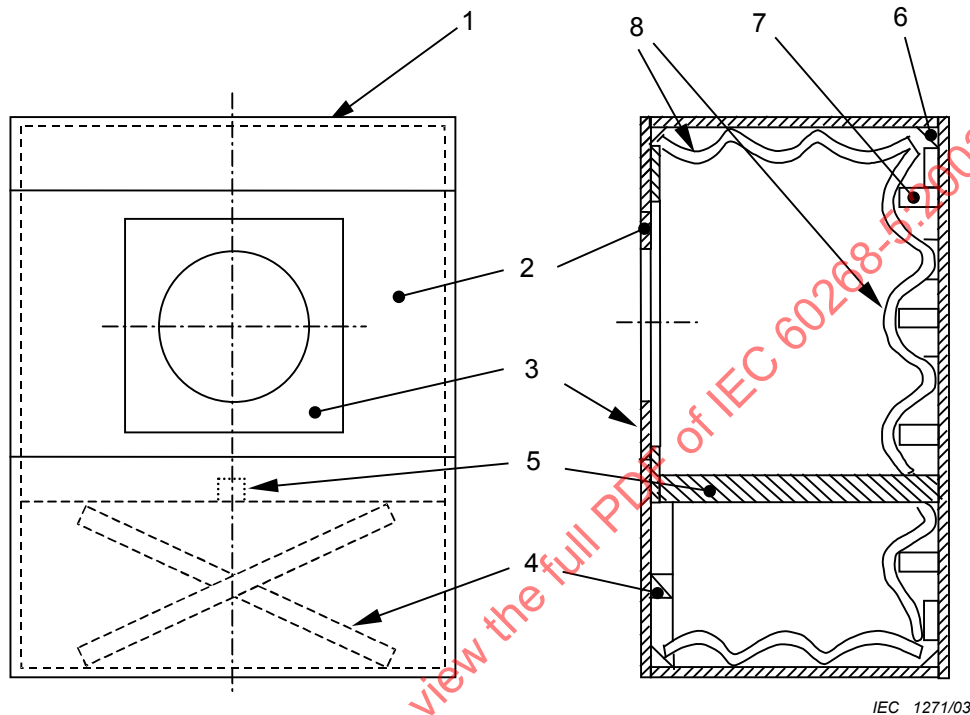
Dimensions are in millimetres

Figure 8 – Measuring apparatus for stray magnetic field

Annex A (informative)

Standard measuring enclosure type A

An example of standard measuring enclosure type A is shown in Figure A.1.



IEC 1271/03

Components

- 1 Main body of enclosure (plywood: 21 mm thick or more, or equivalent)
- 2 Front baffle (plywood: 21 mm thick or more, or equivalent) (removable structure is allowed if necessary.)
- 3 Removable front panel (speaker fixture) (steel, 3 mm thick or more, or equivalent)
- 4 Front reinforcements
- 5 Brace reinforcements
- 6 Corner reinforcements
- 7 Rear reinforcements
- 8 Sound absorbing material (use glass wool of 50 mm thick and density of 20 kg/m^3 so that standing waves can be disregarded.)

NOTE Dimensions are shown in Figure 5.

Figure A.1 – An example of standard measuring enclosure type A

The correction curves for the diffraction effect of standard measuring enclosure type A, for a measuring distance of 1 m on the reference axis from free-field to half-space free-field, are shown in Figures A.2 and A.3.

NOTE Half-space free-field was approximated by an infinite (10,07 m × 8,15 m) board.

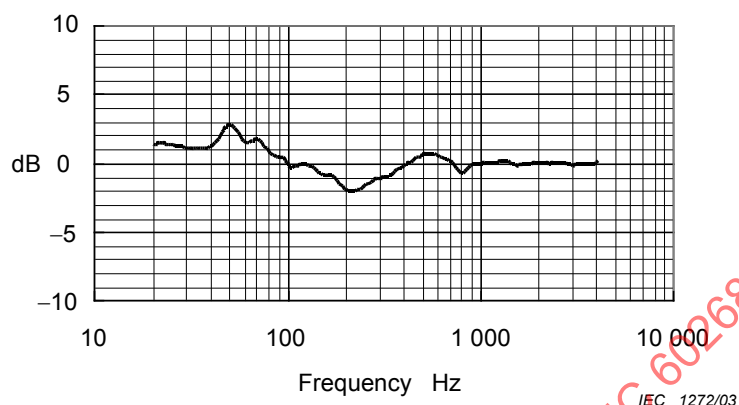


Figure A.2 – The correction curve for the diffraction effect of the standard measuring enclosure from free-field to half-space free-field (average of results, loudspeakers' diameter = 30 cm, 38 cm, 46 cm)

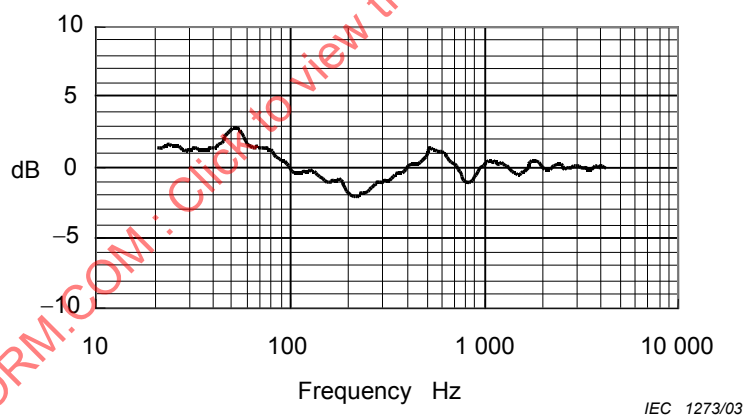
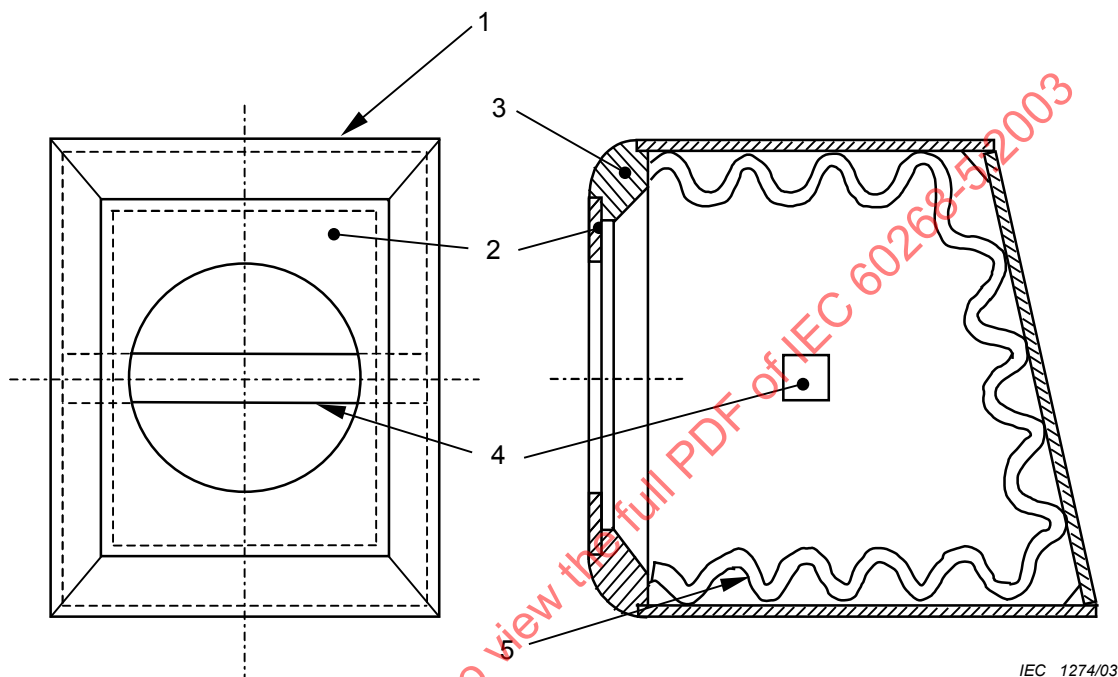


Figure A.3 – The correction curve for the diffraction effect of a standard measuring enclosure from free-field to half-space free-field (average of results, loudspeakers' diameter = 6 cm, 10 cm, 20 cm)

Annex B (informative)

Standard measuring enclosure type B

An example of standard measuring enclosure type B is shown in Figure B.1.



IEC 1274/03

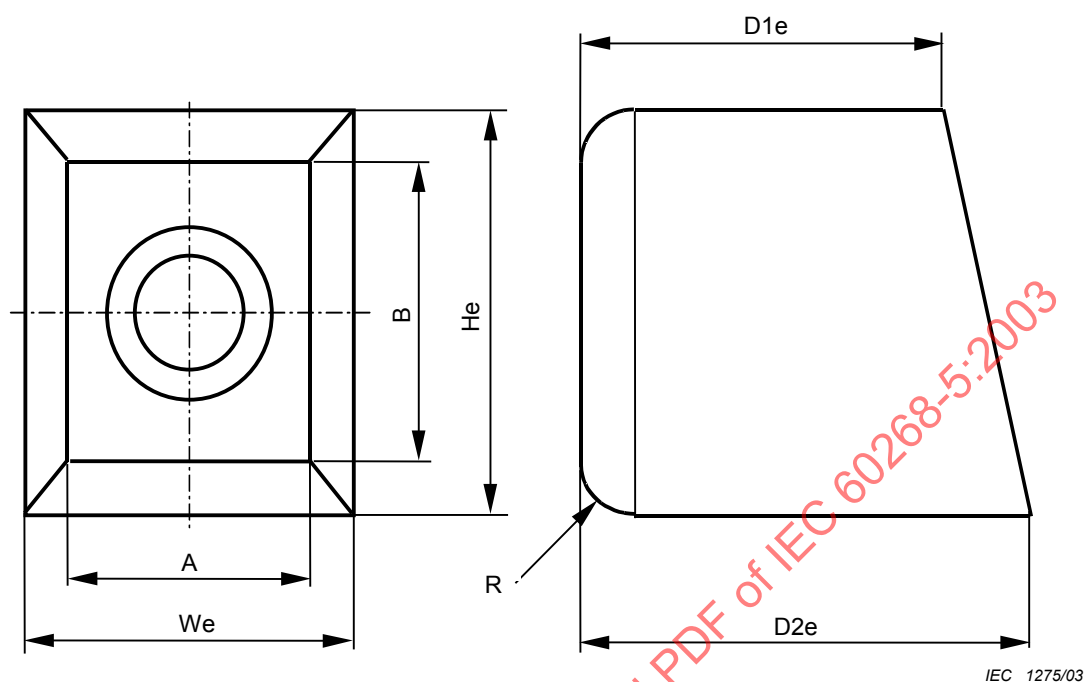
Components

- 1 Main body of enclosure (plywood: 25 mm thick or equivalent)
- 2 Removable front panel (speaker fixture: plywood or equivalent)
- 3 Front reinforcements
- 4 Brace reinforcements
- 5 Sound absorbing material (use glass wool of 50 mm thick and density of 20 kg/m³ so that standing waves can be disregarded.)

NOTE Dimensions are shown in Figure 6.

Figure B.1 – An example of standard measuring enclosure type B

Construction details and dimensions of scalable measuring enclosure type B are shown in Figure B.2 and Table B.1.



Key

See Table B.1.

Figure B.2 – Construction of scalable measuring enclosure type B

Table B.1 – Dimensions and ratios of scalable measuring enclosure type B

Enclosure dimensions		Symbol	Ratios
Width	internal	Wi	1
	external	We	
Height	internal	Hi	1,202
	external	He	na
Depth 1	internal	D1i	1,274 ^a
	external	D1e	na
Depth 2	internal	D2i	1,596 ^a
	external	D2e	na
Radius		R	100 mm
Panel thickness			>22 mm
Side panel bracing			1X or 2X
NOTE Symbol “i” means internal and “e” means external measurement.			
^a Average depth ratio Di = 1,435 and back panel tilt angle α = 15°			

The correction curves for the diffraction effect of standard measuring enclosure type B, for a measuring distance of 1 m on the reference axis from free-field to half-space free-field, are shown in Figures B.3 and B.4.

NOTE Half-space free-field was approximate by infinite (10,07 m × 8,15 m) board.

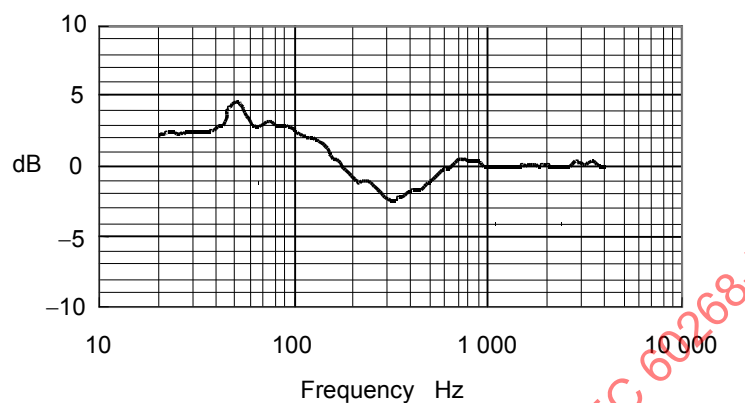


Figure B.3 – The correction curve for the diffraction effect of the standard measuring enclosure from free-field to half-space free-field (average of results, loudspeaker diameter = 30 cm, 38 cm, 46 cm)

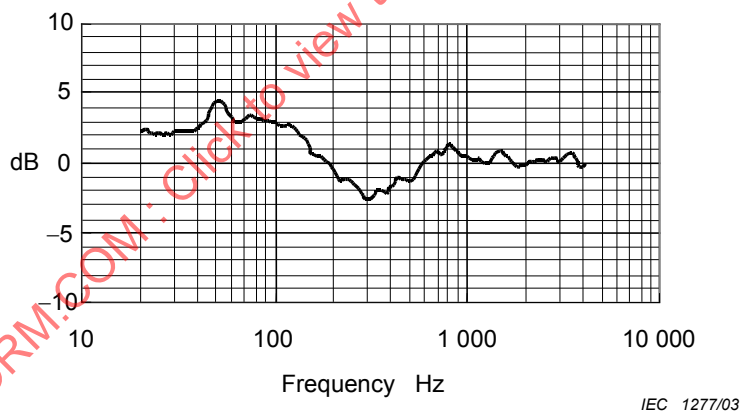


Figure B.4 – The correction curve for the diffraction effect of the standard measuring enclosure from free-field to half-space free-field (average of results, loudspeaker diameter = 6 cm, 10 cm, 20 cm)

Annex C (informative)

Definitions of terms used in Clause 13

The terms and definitions listed below relate to loudspeaker technologies. They are the most up-to-date ones and do not conflict with those listed in the IEC 60050).

C.1 Principle of the transducer

C.1.1

electrodynamic (moving-coil) loudspeaker

loudspeaker, the diaphragm of which is driven by a mechanical force that occurs when current flows through an electric conductor placed in a magnetic field

C.1.2

electrostatic (condenser) loudspeaker

loudspeaker, the diaphragm of which is driven by an electrostatic force

C.1.3

piezoelectric (crystal) loudspeaker

loudspeaker, the diaphragm of which is driven by a force of piezoelectric effect

C.1.4

electromagnetic (moving-iron) loudspeaker

loudspeaker, the diaphragm of which is driven by a magnetic force applied to a movable part of a ferromagnetic substance

C.2 Type

C.2.1

direct radiator loudspeaker

loudspeaker that directly radiates an acoustic sound from the diaphragm

C.2.2

horn loudspeaker

loudspeaker to which an end of a horn, the cross-sectional area of which changes continuously, is attached at the front of the diaphragm, so that the other end of the horn radiates an acoustic sound

C.2.3

compression driver

loudspeaker drive unit, of which the opening area to be connected to the horn is made smaller than the diaphragm area

C.3 Loudspeaker system

C.3.1

baffle

septum that is used to make acoustic separation between the front and the back of the diaphragm

C.3.2

enclosure

box that isolates the acoustic sound radiated from the back of the diaphragm

C.3.3

bass reflex (vented) enclosure

enclosure, the frequency response of which can be extended to a lower frequency than the resonant frequency of the loudspeaker, by installing an acoustic duct or diaphragm in the wall of the enclosure

C.3.4

horn

pipe-like acoustic matching unit, the cross-sectional area of which changes continuously from one end to the other, used for acoustic impedance matching, and also for directivity adjustment

C.3.5

column (line) loudspeaker system

loudspeaker system in which multiple loudspeakers are arranged in line

C.3.6

coaxial loudspeaker system

loudspeaker system in which multiple loudspeakers are coaxially arranged

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-5:2003

Bibliography

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

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

AES-5id-1997,1998: *Information document for room acoustics and sound reinforcement systems – Loudspeaker modelling and measurement – Frequency and angular resolution for measuring, presenting and predicting loudspeaker polar data*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-5:2003

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	56
1 Domaine d'application	58
2 Références normatives	58
3 Conditions de mesure	59
3.1 Conditions générales	59
3.2 Conditions de mesure	59
4 Signaux d'essai	60
4.1 Généralités	60
4.2 Signal sinusoïdal	60
4.3 Signal de bruit à large bande	60
4.4 Signal de bruit à bande étroite	60
4.5 Signal impulsionnel	60
5 Ambiance acoustique	61
5.1 Généralités	61
5.2 Conditions en champ libre	61
5.3 Conditions en champ libre en demi-espace	61
5.4 Conditions de champ acoustique diffus	61
5.5 Conditions en champ libre simulé	61
5.6 Conditions en champ libre simulé en demi-espace	62
6 Bruit acoustique et électrique indésirable	62
7 Positionnement du haut-parleur et du microphone de mesure	62
7.1 Mesure de la distance dans des conditions en champ libre et en champ libre en demi-espace	62
7.2 Positionnement d'un haut-parleur dans des conditions en champ diffus	62
7.3 Positionnement du haut-parleur et du microphone dans des conditions en champ libre simulé	63
8 Matériel de mesure	63
9 Précision de la mesure acoustique	63
10 Montage des haut-parleurs	64
10.1 Montage et charge acoustique des unités de commande	64
10.2 Montage et charge acoustique d'un système de haut-parleurs	64
11 Écran acoustique normal et enceintes de mesure normalisées	64
11.1 Écran acoustique normal	64
11.2 Enceintes de mesure normalisées	64
12 Préconditionnement	65
13 Description de type	65
13.1 Généralités	65
13.2 Unités de commande de haut-parleur	65
13.3 Système de haut-parleurs	66
14 Marquage des bornes et des commandes	66
15 Plan de référence, point de référence et axe de référence	66
15.1 Plan de référence – caractéristique à spécifier	66
15.2 Point de référence – caractéristique à spécifier	66
15.3 Axe de référence – caractéristique à spécifier	66
16 Impédance et caractéristiques dérivées	66

16.1	Impédance assignée – caractéristique à spécifier	66
16.2	Courbe d'impédance	67
16.3	Facteur Q total (Q_t)	67
16.4	Conformité du volume d'air équivalent d'une unité de commande de haut-parleur (V_{as})	68
17	Tension d'entrée	69
17.1	Tension de bruit assignée	69
17.2	Tension d'entrée maximale à court terme	70
17.3	Tension d'entrée maximale à long terme	71
17.4	Tension sinusoïdale assignée	71
18	Puissance électrique d'entrée	72
18.1	Puissance de bruit assignée – caractéristique à spécifier	72
18.2	Puissance maximale à court terme – caractéristique à spécifier	72
18.3	Puissance maximale à long terme – caractéristique à spécifier	72
18.4	Puissance sinusoïdale assignée – caractéristique à spécifier	72
19	Caractéristiques de fréquence	72
19.1	Gamme de fréquences assignée – caractéristique à spécifier	72
19.2	Fréquence de résonance	72
19.3	Fréquence d'accord d'un système de haut-parleurs «bass reflex» ou à radiateur passif – caractéristique à spécifier	73
20	Pression acoustique dans des conditions en champ libre et en champ libre en demi-espace	73
20.1	Pression acoustique dans une bande de fréquences mentionnée	73
20.2	Niveau de pression acoustique dans une bande de fréquences mentionnée – caractéristique à spécifier	74
20.3	Sensibilité des caractéristiques dans une bande de fréquences mentionnée	74
20.4	Niveau de sensibilité caractéristique dans une bande de fréquences mentionnée – caractéristique à spécifier	74
20.5	Pression acoustique moyenne dans une bande de fréquences mentionnée	74
20.6	Niveau de pression acoustique moyenne dans une bande de fréquences mentionnée – caractéristique à spécifier	74
21	Réponse en champ libre et en champ libre en demi-espace	75
21.1	Réponse en fréquence	75
21.2	Gamme utile de fréquences	76
21.3	Fonction de transfert	76
22	Puissance de sortie (puissance acoustique)	77
22.1	Puissance acoustique dans une bande de fréquences	77
22.2	Puissance acoustique moyenne dans une bande de fréquences	78
22.3	Rendement dans une bande de fréquences	78
22.4	Rendement moyen dans une bande de fréquences	79
23	Caractéristiques directionnelles	79
23.1	Diagramme de directivité	79
23.2	Angle de rayonnement	80
23.3	Indice de directivité	80
23.4	Angle(s) de couverture	81
24	Non-linéarité d'amplitude	82
24.1	Distorsion harmonique totale	82
24.2	Distorsion harmonique d'ordre n (où $n = 2$ ou $n = 3$)	84
24.3	Distorsion harmonique caractéristique	85

24.4	Distorsion de modulation d'ordre n (où $n = 2$ ou $n = 3$)	85
24.5	Distorsion de modulation caractéristique d'ordre n (où $n = 2$ ou $n = 3$)	86
24.6	Distorsion par différences des fréquences (du deuxième ordre seulement)	86
25	Conditions ambiantes assignées	87
25.1	Domaines de température	87
25.2	Gammes d'humidités	87
26	Champs magnétiques parasites	87
26.1	Composantes statiques	87
26.2	Composantes dynamiques	88
27	Caractéristiques physiques	89
27.1	Dimensions	89
27.2	Masse	89
27.3	Assemblages de câbles	89
28	Données de conception	90
29	Indication des caractéristiques à spécifier	90
	Annexe A (informative) Enceinte de mesure normalisée de type A	96
	Annexe B (informative) Enceinte de mesure normalisée de type B	98
	Annexe C (informative) Définitions des termes utilisés à l'Article 13	101
	Bibliographie	103
	Figure 1 – Courbe d'impédance d'un haut-parleur	68
	Figure 2 – Écran acoustique normal, dimensions	92
	Figure 3 – Écran acoustique normal avec chanfrein	93
	Figure 4 – Écran acoustique normal avec écran acoustique secondaire	93
	Figure 5 – Enceinte de mesure normalisée de type A	94
	Figure 6 – Enceinte de mesure normalisée de type B	94
	Figure 7 – Schéma-bloc du montage d'essai	95
	Figure 8 – Appareil de mesure du champ magnétique parasite	95
	Figure A.1 – Exemple d'enceinte de mesure normalisée de type A	96
	Figure A.2 – Courbe de correction de l'effet de diffraction de l'enceinte de mesure normalisée du champ libre au champ libre en demi-espace (moyenne des résultats, diamètre des haut-parleurs = 30 cm, 38 cm, 46 cm)	97
	Figure A.3 – Courbe de correction de l'effet de diffraction d'une enceinte de mesure normalisée du champ libre au champ libre en demi-espace (moyenne des résultats, diamètre des haut-parleurs = 6 cm, 10 cm, 20 cm)	97
	Figure B.1 – Exemple d'enceinte de mesure normalisée de type B	98
	Figure B.2 – Construction d'une enceinte de mesure adaptable de type B	99
	Figure B.3 – Courbe de correction de l'effet de diffraction de l'enceinte de mesure normalisée du champ libre au champ libre en demi-espace (moyenne des résultats, diamètre du haut-parleur = 30 cm, 38 cm, 46 cm)	100
	Figure B.4 – Courbe de correction de l'effet de diffraction de l'enceinte de mesure normalisée du champ libre au champ libre en demi-espace (moyenne des résultats, diamètre du haut-parleur = 6 cm, 10 cm, 20 cm)	100

Tableau 1 – Indication des caractéristiques à spécifier	91
Tableau B.1 – Dimensions et rapport de l'enceinte de mesure adaptable de type B	99

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-5:2003

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES –

Partie 5: Haut-parleurs

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Normes de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60268-5 a été établie par le comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

Cette troisième édition de la CEI 60268-5 annule et remplace la deuxième édition parue en 1989, l'amendement 1 (1993) et l'amendement 2 (1996). Cette troisième édition constitue une révision technique.

La présente version bilingue (2012-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2003-05.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/648/FDIS et 100/674/RVD.

Le rapport de vote 100/674/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60268-1, la CEI 60268-2 et l'ISO 3741.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60268-5:2003

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES –

Partie 5: Haut-parleurs

1 Domaine d'application

La présente norme s'applique aux haut-parleurs de systèmes électroacoustiques, traités entièrement comme des éléments passifs. Les haut-parleurs avec amplificateurs incorporés sont exclus.

NOTE 1 Tel qu'il est utilisé dans cette norme, le terme «haut-parleur» concerne les unités de commande de haut-parleurs elles-mêmes, ainsi que les systèmes de haut-parleurs, comprenant une ou plusieurs unités de commande de haut-parleurs munies d'un écran acoustique, d'une enceinte ou d'un pavillon et de dispositifs semblables appropriés en tant que filtres répartiteurs, transformateurs et tout autre élément passif, appropriés.

L'objectif de la présente norme est d'indiquer les caractéristiques à spécifier et les méthodes de mesure appropriées pour les haut-parleurs, utilisant des signaux sinusoïdaux, de bruit spécifié ou impulsionnels.

NOTE 2 Les méthodes de mesure indiquées dans cette norme ont été choisies pour leur adéquation aux caractéristiques.

NOTE 3 Si des résultats équivalents peuvent être obtenus en utilisant d'autres méthodes de mesure, il convient de présenter avec les résultats les détails concernant les méthodes utilisées.

NOTE 4 Les quatre points suivants sont à l'étude:

- haut-parleurs avec amplificateurs incorporés;
- mesures dans des conditions autres qu'en champ libre, en champ libre en demi-espace et en champ diffus;
- mesures avec des signaux autres que des signaux sinusoïdaux ou impulsionnels.

2 Références normatives

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

CEI 60050(151), *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et mécaniques*

CEI 60263, *Échelles et dimensions des graphiques pour le tracé des courbes de réponse en fréquence et des diagrammes polaires*

CEI 60268-1, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 1: Généralités*

CEI 60268-2, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 2: Explication des termes généraux et méthodes de calcul*

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

CEI 60268-11, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 11: Application des connecteurs pour l'interconnexion des éléments de systèmes électroacoustiques*

CEI 60268-12, *Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 12: Application des connecteurs pour radiodiffusion et usage analogue*

IEC 60268-14, *Part 14: Circular and elliptical loudspeakers; outer frame diameters and mounting dimensions*

IEC 60651, *Sound level meters*

CEI 61260, *Électroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*

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

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

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

3 Conditions de mesure

3.1 Conditions générales

Cette norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 60268-1, la CEI 60268-2 et l'ISO 3741.

3.2 Conditions de mesure

3.2.1 Généralités

Par commodité pour la spécification de la façon dont les haut-parleurs doivent être disposés pour une mesure, des conditions de mesure normalisées sont définies dans cette norme. Pour obtenir les conditions de mesure correctes, certaines valeurs (appelées «conditions assignées») doivent être extraites de la spécification du fabricant. Ces valeurs elles-mêmes ne font pas l'objet d'une mesure mais elles constituent le fondement de la mesure des autres caractéristiques.

Les valeurs et les conditions suivantes sont de ce type et doivent être mentionnées par le fabricant:

- impédance assignée;
- tension ou puissance sinusoïdale assignée;
- tension ou puissance de bruit assignée;
- gamme de fréquences assignée;
- plan de référence;
- point de référence;
- axe de référence.

NOTE Une explication complète du terme «assigné» est donnée dans la CEI 60268-2. Voir aussi le terme 151-04-03 dans la CEI 60050(151).

3.2.2 Conditions de mesure normalisées

On doit comprendre qu'un haut-parleur fonctionne dans des conditions de mesure normalisées lorsque toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) le haut-parleur à mesurer est monté conformément à l'Article 10;

- b) l'environnement acoustique est spécifié et choisi parmi ceux qui sont spécifiés à l'Article 5;
- c) le haut-parleur est positionné par rapport au microphone de mesure et aux parois conformément à l'Article 7;
- d) le haut-parleur reçoit un signal d'essai spécifique conforme à l'Article 4, d'une tension U mentionnée, dans la gamme de fréquences assignée selon 19.1. Si nécessaire, la puissance d'entrée P peut être calculée d'après l'équation: $P = U^2/R$, où R est l'impédance assignée selon 16.1;
- e) s'il y a lieu, les atténuateurs sont mis dans leur position «normalisée», comme mentionné par le fabricant. Si l'on choisit d'autres positions, par exemple celles qui donnent une réponse en fréquence d'une platitude maximale ou un affaiblissement maximal, celles-ci doivent être spécifiées ;
- f) le matériel de mesure approprié à la détermination des caractéristiques souhaitées est raccordé conformément à l'Article 8.

4 Signaux d'essai

4.1 Généralités

Les mesures acoustiques doivent être réalisées dans l'une des conditions suivantes pour le signal de mesure et le choix doit être indiqué avec les résultats.

4.2 Signal sinusoïdal

Le signal d'essai sinusoïdal ne doit pas dépasser la tension sinusoïdale assignée (telle que définie en 17.4) à toute fréquence. La tension entre les bornes d'entrée du haut-parleur soumis à essai doit être maintenue constante à toutes les fréquences, sauf mention contraire.

4.3 Signal de bruit à large bande

NOTE Ce terme est expliqué dans la CEI 60268-2.

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

Un voltmètre pour tension efficace réelle, dont la constante de temps est supérieure ou égale à la constante «lente» du sonomètre, spécifiée dans la CEI 60651, doit être utilisé pour mesurer l'amplitude du signal.

4.4 Signal de bruit à bande étroite

NOTE Ce terme est expliqué dans la CEI 60268-2.

Pour effectuer une mesure en utilisant un bruit à bande étroite, des filtres de largeur de bande relative constante selon la CEI 61260 doivent être utilisés avec un générateur de bruit rose, la largeur de bande relative étant habituellement d'un tiers d'octave.

4.5 Signal impulsionnel

Une impulsion de courte durée doit avoir une puissance spectrale constante par unité de largeur de bande au moins sur la largeur de bande à laquelle on s'intéresse dans la mesure. Un tel signal possède un faible contenu énergétique compte tenu de son amplitude de crête.

NOTE Pour minimiser l'influence du bruit acoustique et électrique sur la mesure, il convient que l'amplitude crête de l'impulsion soit aussi grande que possible, en restant dans les limites des possibilités de l'amplificateur de commande et en cohérence avec un fonctionnement linéaire du haut-parleur.

5 Ambiance acoustique

5.1 Généralités

Les mesures acoustiques doivent être réalisées dans l'une des conditions de champ acoustique spécifiées de 5.2 à 5.6 et le choix doit être indiqué avec les résultats.

5.2 Conditions en champ libre

Si les conditions acoustiques sont voisines de celles de l'espace en champ libre, on doit utiliser un environnement (par exemple une chambre anéchoïque) dans lequel la pression acoustique diminue avec la distance (r) par rapport à une source ponctuelle selon une loi en $1/r$, avec une précision de $\pm 10 \%$, dans la région qui sera occupée par le champ acoustique entre le système de haut-parleurs et le microphone pendant la mesure. On doit estimer que les conditions minimales sont remplies si cette exigence est satisfaite sur un axe reliant le microphone de mesure et le point de référence sur le haut-parleur.

Les conditions en champ libre doivent exister sur toute la gamme de fréquences de la mesure.

5.3 Conditions en champ libre en demi-espace

Si l'on utilise des conditions acoustiques dans lesquelles le champ libre existe dans un demi-espace, ces conditions doivent être satisfaites avec un plan de réflexion de dimensions suffisantes pour que la pression acoustique d'une source ponctuelle montée sur la surface de ce plan diminue de la manière spécifiée en 5.2.

5.4 Conditions de champ acoustique diffus

NOTE 1 Ces conditions ne sont normaliséement utilisées que pour des mesures de bruit dans la bande.

Si l'on utilise pour les mesures des conditions de champ acoustique diffus avec un bruit limité dans une bande d'un tiers d'octave, comme défini et spécifié dans l'ISO 3741, la fréquence limite inférieure doit être déterminée comme spécifié à l'Annexe A de l'ISO 3741.

NOTE 2 Bien que l'ISO 3741 donne des détails relatifs aux instruments de mesure, il convient de bien comprendre qu'à la fois un moyennage dans l'espace et un moyennage dans le temps sont requis pour déterminer la puissance du haut-parleur. Ceci peut être réalisé comme mentionné dans la présente norme ou en variante, en utilisant des techniques de moyennage continu dans l'espace et dans le temps.

NOTE 3 La précision de la mesure dépend d'un certain nombre de facteurs incluant le volume de la salle, le temps de réverbération dans la salle et le degré de diffusion.

NOTE 4 Pour des mesures en dessous de 125 Hz, une salle d'un volume supérieur à 200 m³ est souhaitable.

5.5 Conditions en champ libre simulé

Si l'on utilise des conditions acoustiques dans lesquelles les conditions en champ libre simulé sont équivalentes aux conditions en espace libre pendant la période de temps nécessaire à une mesure, ces conditions doivent être utilisées.

Ces conditions doivent être remplies dans tout environnement (par exemple, de grandes salles sans obstruction) dans lequel le son émis par un haut-parleur en réponse à un signal impulsionnel, réfléchi par toute surface ou objet de l'environnement, n'atteint pas le microphone de mesure avant la fin de la mesure du son du trajet direct au niveau du microphone.

Toute réflexion semblable atteignant le microphone doit être exclue de la mesure par blocage ou par un autre moyen.

NOTE 1 Ces conditions ne sont normaliséement utilisées que pour des mesures avec des signaux impulsionnels.

NOTE 2 Dans de telles conditions, des mesures successives sont séparées par des intervalles de temps suffisants pour que le niveau de la pression acoustique due à la réverbération dans l'espace diminue jusqu'à une valeur négligeable.

5.6 Conditions en champ libre simulé en demi-espace

Si l'on utilise des conditions acoustiques dans lesquelles l'espace libre simulé existe dans un demi-espace, ces conditions doivent être utilisées lorsqu'un plan de réflexion, constituant une limite d'un environnement en espace libre simulé, a des dimensions suffisantes pour qu'aucune réflexion de son bord n'atteigne le microphone de mesure pendant la durée de la mesure.

NOTE 1 Ces conditions ne sont normaliséement utilisées que pour des mesures avec des signaux impulsionnels.

NOTE 2 Dans de telles conditions, des mesures successives sont séparées par des intervalles de temps suffisants pour que le niveau de la pression acoustique due à la réverbération dans l'espace diminue jusqu'à une valeur négligeable.

6 Bruit acoustique et électrique indésirable

Le bruit acoustique et électrique indésirable doit être maintenu au niveau le plus bas possible, car sa présence peut masquer les signaux de faible niveau.

Les données relatives à des signaux qui sont à moins de 10 dB au-dessus du niveau du bruit dans la bande de fréquences considérée doivent être supprimées.

7 Positionnement du haut-parleur et du microphone de mesure

7.1 Mesure de la distance dans des conditions en champ libre et en champ libre en demi-espace

7.1.1 Généralités

De façon idéale, il convient que les mesures dans des conditions en champ libre et en champ libre en demi-espace soient effectuées dans le champ distant du haut-parleur, afin d'obtenir des résultats cohérents. Toutefois, dans la pratique, les imperfections de la salle de l'environnement de mesure et les effets du bruit de fond imposent une limite supérieure à la distance pouvant être utilisée. En conséquence, il convient que la distance de mesure soit de 0,5 m ou d'un nombre entier de mètres et il convient que le résultat se réfère à une distance normalisée de 1 m.

7.1.2 Haut-parleur d'une unité de commande unique

Pour ce type de haut-parleur, on doit utiliser une distance de mesure de 1 m par rapport au point de référence sauf si des conditions particulières imposent une autre valeur, qui doit être mentionnée.

7.1.3 Systèmes de haut-parleurs à plusieurs unités

Les systèmes de haut-parleurs dans lesquels deux unités de haut-parleurs ou plus reproduisent la même bande de fréquences créent des problèmes de perturbation acoustique au point de mesure en raison de l'interaction des sons rayonnés par les unités. Cette situation existe, que les unités fonctionnent sur toute la bande de fréquences d'essai ou que certaines unités fonctionnent sur des parties de cette bande (par exemple, les régions en recouvrement). Dans de tels cas, il convient de choisir la distance de mesure de façon à réduire au minimum les erreurs dues à ce phénomène.

7.2 Positionnement d'un haut-parleur dans des conditions en champ diffus

La position et l'orientation d'un haut-parleur par rapport aux parois doivent être décrites au moyen d'un diagramme annexé aux résultats de mesure.

Une disposition permettant un mouvement simultané du haut-parleur et du microphone est autorisée pour évaluer la puissance délivrée par le haut-parleur conformément à la méthode prescrite en 22.1.2.2. Le système de microphone et la position du microphone le plus proche doivent satisfaire aux exigences de l'ISO 3741.

7.3 Positionnement du haut-parleur et du microphone dans des conditions en champ libre simulé

La distance de mesure doit être choisie en référence à 7.1 pour les conditions en champ libre.

La position du haut-parleur et du microphone dans l'environnement de mesure doit être telle qu'elle rende maximal le temps disponible pour la mesure avant que la première réflexion indésirable n'atteigne le microphone.

Si l'espace de mesure est une chambre anéchoïque, on doit prêter attention aux réflexions provenant des cales, du plancher où circule le personnel des supports de haut-parleurs et de microphone. Les erreurs provenant de ces sources ne doivent pas dépasser 0,5 dB sur la gamme de fréquences de la mesure.

La distance du microphone et le temps de capture maximal du signal disponible dans l'environnement doivent être mentionnés.

Il est nécessaire d'ignorer toute sortie du microphone à partir du moment où la première réflexion arrive. Des erreurs de troncature sont donc introduites dans la mesure de la fonction de transfert sauf si la réponse du haut-parleur au signal d'essai impulsionnel est négligeable pendant cette période. Si elles sont présentes, ces erreurs de troncature ne doivent pas dépasser 1 dB sur la gamme de fréquences de la mesure.

8 Matériel de mesure

Les mesures dans des conditions en champ libre et en champ libre en demi-espace doivent être effectuées en utilisant un microphone à pression dont l'étalonnage est connu. Pour effectuer des mesures dans des conditions en champ diffus, on doit utiliser un microphone à pression ayant un indice de directivité inférieur à 2 dB. Ces deux exigences doivent être satisfaites pour toutes les fréquences dans la gamme de fréquences à laquelle on s'intéresse.

Le générateur de signal, l'amplificateur fournissant le signal au haut-parleur et le matériel de mesure de l'amplificateur de microphone doivent avoir une réponse amplitude-fréquence connue et constante à $\pm 0,5$ dB dans la gamme de fréquences concernée, la non-linéarité d'amplitude étant négligeable dans les conditions de l'essai. Tous les appareils de mesure doivent être du type à valeur efficace, ayant une constante de temps suffisamment longue pour garantir que l'erreur ne sera pas supérieure à 1 dB.

NOTE Il est recommandé de mesurer la réponse en fréquence au moyen d'une méthode automatique fournissant une courbe continue. Il convient que les erreurs dues aux vitesses d'écriture choisies (à la fois sur les axes de niveau et de fréquence) de l'enregistreur de niveau ne dépassent pas 0,5 dB. Il convient de mentionner les vitesses d'écriture sur les deux axes.

9 Précision de la mesure acoustique

La gamme de fréquences sur laquelle le total des erreurs ne dépasse pas ± 2 dB doit être mentionnée.

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

10 Montage des haut-parleurs

10.1 Montage et charge acoustique des unités de commande

La performance d'une unité de commande est déterminée par les propriétés de l'unité elle-même et par sa charge acoustique. La charge acoustique dépend de la configuration du montage, qui doit être clairement décrite dans la présentation des résultats.

L'un des trois types de montage suivant doit être utilisé:

- a) un écran acoustique normalisé, une enceinte de mesure normalisée (type A ou type B) ou une enceinte spécifiée;
- b) dans l'air libre sans écran acoustique ou enceinte;
- c) en champ libre en demi-espace, au même niveau que le plan de réflexion.

NOTE Les conditions de montage a) se rapprochent des conditions en champ libre en demi-espace jusqu'à une fréquence limite inférieure, dont la valeur dépend de la distance de mesure choisie. Des mesures effectuées à des fréquences inférieures à cette valeur limite peuvent être utilisées uniquement pour des besoins comparatifs.

10.2 Montage et charge acoustique d'un système de haut-parleurs

Les systèmes de haut-parleurs sont habituellement mesurés sans aucun écran acoustique supplémentaire. Si le fabricant spécifie un type de montage particulier pour les systèmes de haut-parleurs, celui-ci doit être utilisé pour la mesure; la méthode de mesure utilisée doit être spécifiée avec les résultats.

11 Écran acoustique normalisé et enceintes de mesure normalisées

11.1 Écran acoustique normalisé

L'écran acoustique normalisé doit être réalisé avec une surface frontale plane acoustiquement réfléchissante. L'écran acoustique doit avoir les dimensions indiquées à la Figure 2.

NOTE Il convient que l'écran acoustique normal soit constitué d'un matériau d'une épaisseur adéquate pour s'assurer que les vibrations sont négligeables. Il convient que le bord de l'élément rayonnant soit sensiblement au même niveau que la surface avant de l'écran acoustique. Ceci peut être réalisé au moyen d'un chanfrein, comme représenté à la Figure 3 ou en utilisant un écran acoustique secondaire rigide mince avec ou sans chanfrein, comme représenté à la Figure 4.

11.2 Enceintes de mesure normalisées

11.2.1 Généralités

L'un des deux types d'enceinte de mesure normalisée spécifiés en 11.2.3 (type A) et 11.2.4 (type B) doit être utilisé. Le type choisi pour l'essai doit être mentionné par le fabricant.

11.2.2 Conditions

L'enceinte doit avoir des surfaces planes ou incurvées ayant une caractéristique acoustiquement réfléchissante.

NOTE 1 Le matériau doit être d'une épaisseur appropriée de façon que l'effet des vibrations pendant la mesure puisse être ignoré. Si nécessaire, il convient d'utiliser des pièces de renfort entre les surfaces en vis-à-vis au niveau de leurs centres et autour de ceux-ci de façon à empêcher les vibrations du panneau.

NOTE 2 Il convient que l'enceinte soit étanche à l'air.

NOTE 3 Il convient de placer le bord du haut-parleur sur le même plan que celui de la partie avant de l'écran acoustique.

NOTE 4 Pour éliminer les ondes stationnaires qui peuvent se produire par ailleurs dans l'enceinte, un matériau absorbant acoustique approprié doit être utilisé. Des poignées ou des joints peuvent être installés si leur effet sur les réflexions acoustiques et les vibrations indésirables peut être ignoré.

NOTE 5 Lorsque le haut-parleur est monté dans l'enceinte, il convient de prendre des précautions afin d'éviter toute fuite d'air de l'intérieur de l'enceinte.

11.2.3 Enceinte de mesure normalisée de type A

L'enceinte de mesure normalisée de type A doit être comme représenté à la Figure 5.

NOTE 1 La caractéristique des courbes de correction de l'effet de diffraction de l'enceinte de mesure normalisée à une distance de mesure de 1 m sur l'axe de référence du champ libre jusqu'au champ libre en demi-espace est présentée dans l'Annexe A.

NOTE 2 Toutes les surfaces de ce type d'enceinte sont planes et les joints des surfaces sont réalisés à angle droit. Aucune modification des dimensions n'est autorisée. Ceci permet de reproduire la caractéristique de diffraction. Le type A est donc utile pour l'analyse, l'étude ou la comparaison dans le détail des caractéristiques de haut-parleurs.

11.2.4 Enceinte de mesure normalisée de type B

L'enceinte de mesure normalisée de type B doit être comme représenté à la Figure 6.

NOTE 1 La caractéristique des courbes de correction de l'effet de diffraction de l'enceinte de mesure normalisée à une distance de mesure de 1 m sur l'axe de référence du champ libre jusqu'au champ libre en demi-espace est présentée dans l'Annexe B.

NOTE 2 Si une enceinte de mesure de type B plus petite ou plus grande est nécessaire, il convient qu'elle soit conforme à l'exigence de mise à l'échelle proportionnelle, comme indiqué à l'Annexe B, Figure B.2 et Tableau B.1. Dans ce cas, il convient que le rapport indique les dimensions extérieures et le volume net de l'enceinte.

NOTE 3 Un changement d'échelle est autorisé. Pour les mesures acoustiques, il est recommandé d'utiliser l'enceinte de mesure normalisée comme représenté à la Figure 6. Des enceintes d'une échelle convenable sont utiles pour un essai subjectif.

12 Préconditionnement

Des modifications définitives peuvent se produire dans un haut-parleur, par exemple à la suite d'un mouvement du diaphragme. Il convient donc de preconditionner le haut-parleur avant les mesures en appliquant un signal de programme simulé conformément à la CEI 60268-1, à la tension de bruit assignée pendant au moins 1 h.

La période de preconditionnement doit être suivie d'une période de rétablissement d'au moins 1 h, durant laquelle le haut-parleur doit être déconnecté avant d'effectuer la mesure.

13 Description de type

13.1 Généralités

La description de type doit être fournie par le fabricant, comme spécifié de 13.2 à 13.3.

NOTE Voir Tableau 1 et Annexe C.

13.2 Unités de commande de haut-parleur

13.2.1 Principe du transducteur

Le principe du transducteur doit être spécifié, par exemple s'il est électrodynamique, électrostatique ou piézoélectrique.

13.2.2 Type

Le type d'unité de commande de haut-parleur doit être spécifié, par exemple, rayonnement direct ou pavillon, une seule ou plusieurs unités.

13.3 Système de haut-parleurs

Le nombre et le type des unités de commande et le principe de charge acoustique doivent être spécifiés, par exemple, enceinte, pavillon, «bass reflex» colonne ou ligne.

14 Marquage des bornes et des commandes

Les bornes et les commandes doivent être marquées conformément à la CEI 60268-1 et à la CEI 60268-2.

15 Plan de référence, point de référence et axe de référence

NOTE 1 Il s'agit des conditions assignées selon 3.2.1.

NOTE 2 Au sens strict, il convient que ces termes comportent le mot «assigné» (par exemple, plan de référence assigné), car ils sont spécifiés par le fabricant et ne peuvent pas être mesurés. Une confusion est néanmoins peu probable si l'on utilise des termes plus courts.

15.1 Plan de référence – caractéristique à spécifier

Le plan de référence par rapport à une certaine caractéristique physique de l'unité de commande ou de l'enceinte de haut-parleur doit être spécifié par le fabricant.

Le plan de référence doit être utilisé pour définir la position du point de référence et la direction de l'axe de référence.

NOTE Pour des structures symétriques, le plan de référence est habituellement parallèle à la surface de rayonnement ou à un plan définissant l'avant de l'unité de commande ou du système de haut-parleurs. Pour des structures asymétriques, il vaut mieux indiquer le plan de référence au moyen d'un diagramme.

15.2 Point de référence – caractéristique à spécifier

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

NOTE Pour des structures symétriques, le point de référence est habituellement un point de géométrie symétrique; pour des structures asymétriques, il vaut mieux indiquer le point de référence au moyen d'un diagramme.

15.3 Axe de référence – caractéristique à spécifier

La ligne passant par le plan de référence au point de référence et sa direction doivent être spécifiées par le fabricant. L'axe de référence doit être utilisé comme axe de référence zéro pour les mesures de réponse directionnelle et en fréquence.

NOTE Pour des structures symétriques, l'axe de référence est habituellement perpendiculaire à la surface de rayonnement ou au plan de référence.

16 Impédance et caractéristiques dérivées

16.1 Impédance assignée – caractéristique à spécifier

NOTE Il s'agit d'une condition assignée selon 3.2.1.

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

La valeur la plus faible du module de l'impédance dans la gamme de fréquences assignée doit être supérieure ou égale à 80 % de l'impédance assignée. Si l'impédance d'une quelconque fréquence extérieure à cette gamme (y compris le continu) est inférieure à cette valeur, ceci doit être mentionné dans les spécifications.

16.2 Courbe d'impédance

16.2.1 Caractéristiques à spécifier

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

16.2.2 Méthode de mesure

16.2.2.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions de mesures normalisées conformément à 3.2.2, conditions a), b) et d).

16.2.2.2 Une tension ou un courant constant doit être fourni, la tension étant habituellement préférée. La valeur de la tension ou du courant choisi pour la mesure doit être suffisamment petite pour s'assurer que le haut-parleur fonctionne dans une région linéaire.

NOTE Les mesures d'impédance peuvent être fortement influencées par le niveau de commande. Si le niveau est trop faible ou trop grand, on peut obtenir des résultats imprécis. Il convient d'examiner la cohérence des données à plusieurs niveaux de commande afin de déterminer les meilleures conditions.

16.2.2.3 Le module de l'impédance doit être mesuré au moins sur la gamme de fréquences de 20 Hz à 20 000 Hz.

16.2.2.4 Les résultats doivent être présentés graphiquement en fonction de la fréquence. La valeur de la tension ou du courant doit être mentionnée avec les résultats.

16.3 Facteur Q total (Q_t)

16.3.1 Caractéristique à spécifier

Le rapport entre la partie inertielle (ou élastique) de l'impédance acoustique ou mécanique à la fréquence de résonance, selon 19.2, et la partie résistive de cette impédance doit être spécifié.

NOTE 1 Pour les besoins de la présente norme, le facteur Q total est défini pour des unités de commande de haut-parleurs et des haut-parleurs en boîte fermée, tous deux uniquement de type électrodynamique.

NOTE 2 Le facteur Q, Q_t , ainsi que le volume équivalent V_{as} selon 16.4, de l'unité de haut-parleur et la fréquence de résonance f_r selon 19.2 définissent de manière adéquate la performance du haut-parleur aux basses fréquences.

16.3.2 Méthode de mesure du facteur Q total (Q_t)

Le facteur Q total, Q_t , peut être déterminé d'après la courbe d'impédance électrique du haut-parleur conformément à 16.2 en utilisant l'expression suivante:

$$Q_t = \frac{1}{r_0} \frac{f_r}{f_2 - f_1} \sqrt{\frac{r_0^2 - r_1^2}{r_1^2 - 1}}$$

où

f_r est la fréquence de résonance du haut-parleur selon 19.2;

r_0 est le rapport entre l'amplitude maximale de l'impédance, $|Z(f)|_{\max}$, à f_r et la résistance en continu du haut-parleur, R_{dc} ;

f_1 et f_2 sont des fréquences approximativement symétriques par rapport à f_r telles que $f_1 < f_r < f_2$, auxquelles les amplitudes des impédances $Z_1 = |Z(f_1)|$ et $Z_2 = |Z(f_2)|$ sont égales et ont pour valeur $r_1 \times R_{dc}$;

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

NOTE 1 Voir la Figure 1.

On peut montrer que lorsque $r_1 = \sqrt{r_0}$ et si l'on remplace f_r par $\sqrt{f_1 f_2}$, l'erreur de calcul de Q_t due à l'asymétrie de la courbe d'impédance est réduite au minimum (voir Note 2). L'expression de Q_t peut alors être simplifiée en:

$$Q_t = \frac{\sqrt{f_1 f_2}}{\sqrt{r_0} (f_2 - f_1)}$$

NOTE 2 Q_t , qui apparaît dans les formules ci-dessus a été déterminé à partir d'une théorie simple dans laquelle l'inducteur de la bobine acoustique, qui est la raison de l'asymétrie de la courbe d'impédance, a été ignorée.

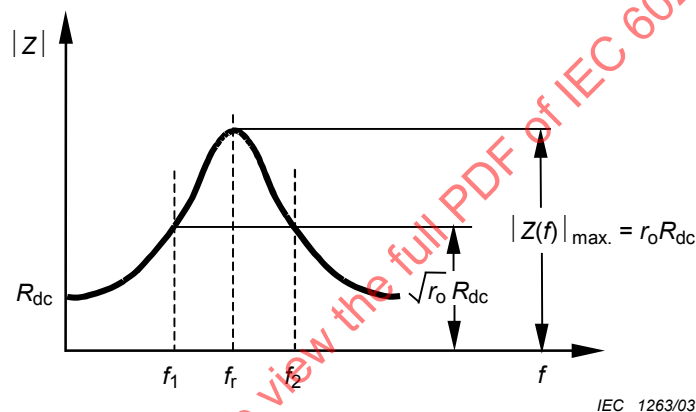


Figure 1 – Courbe d'impédance d'un haut-parleur

16.4 Conformité du volume d'air équivalent d'une unité de commande de haut-parleur (V_{as})

16.4.1 Caractéristique à spécifier

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

NOTE Le volume équivalent V_{as} , ainsi que le facteur Q total, Q_t , selon 16.3, et la fréquence de résonance, f_r , selon 19.2, définissent de manière adéquate la performance du haut-parleur aux fréquences basses et sont utiles pour la conception en basse fréquence des systèmes de haut-parleur à enceinte et «bass reflex».

16.4.2 Méthode de mesure

16.4.2.1 Monter l'unité de commande de haut-parleur dans une enceinte d'essai rigide sans garniture ayant les caractéristiques suivantes:

- l'enceinte doit avoir des dimensions et une forme appropriées aux dimensions de l'unité de commande et de toute application prévue.
- Elle doit contenir un simple trou d'aération pouvant être obstrué par un bouchon avec bride pour transformer ainsi la boîte à évent ou reflex en enceinte bien étanche.

16.4.2.2 L'évent étant fermé, mesurer la fréquence de résonance du système, f_0 , en tant que fréquence la plus basse au-dessus de zéro, de phase nulle de l'impédance d'entrée.

NOTE 1 Ceci peut être réalisé en commandant le haut-parleur avec une résistance en série et en appliquant les tensions entre la résistance et le haut-parleur aux plaques horizontales et verticales d'un oscilloscope. Une phase nulle est indiquée par la transformation du motif elliptique en une ligne droite.

NOTE 2 Voir la note de 16.2.2.2.

16.4.2.3 L'évent étant ouvert, mesurer les trois premières fréquences de phase nulle, supérieure à zéro, sur une échelle de fréquences croissantes. Soient f_L , f_B et f_H ces fréquences. (La fréquence f_B apparaît près du point d'impédance minimale et à la fréquence de résonance réelle de l'enceinte, modifiée par la présence de l'inductance de la bobine acoustique. Il convient de la noter mais de ne pas l'utiliser.) La fréquence de résonance vraie f_{B0} (qui s'appliquerait en l'absence d'inductance de la bobine acoustique, permettant d'appliquer la théorie simplifiée) doit être calculée d'après la formule suivante:

$$f_{B0} = \sqrt{f_L^2 + f_H^2 - f_0^2}$$

16.4.2.4 La fréquence de résonance vraie de l'unité de commande qui s'appliquerait à l'unité de commande montée sur un écran acoustique infini dans l'air libre doit être donnée par:

$$f_{r0} = \frac{f_L f_H}{f_{B0}}$$

16.4.2.5 La valeur du volume d'air équivalent de la conformité du haut-parleur doit être donnée par:

$$V_{AS} = V_B \left[\left(\frac{f_0}{f_{r0}} \right)^2 - 1 \right]$$

où V_B est le volume intérieur net de l'enceinte soumise à essai.

17 Tension d'entrée

17.1 Tension de bruit assignée

NOTE Il s'agit d'une condition assignée selon 3.2.1.

17.1.1 Caractéristique à spécifier

La tension d'un signal de bruit simulant un programme normal, que le haut-parleur peut traiter sans aucune dégradation thermique ou mécanique, doit être spécifiée par le fabricant.

NOTE Cette valeur dépend de la façon dont est monté le haut-parleur, par exemple non monté ou monté dans une enceinte spécifiée.

17.1.2 Méthode de mesure

17.1.2.1 Le matériel suivant ou un équivalent doit être inclus dans la chaîne de mesure:

- un générateur de bruit rose;
- un réseau de pondération convenable pour obtenir le signal de bruit selon la CEI 60268-1;
- un amplificateur de puissance avec réseau d'écrêtage;
- le haut-parleur soumis à essai, monté comme spécifié; les unités de commande de haut-parleurs doivent être soumises à effet sans écran acoustique, sauf si une enceinte est spécifiée par le fabricant.

NOTE 1 Si plusieurs haut-parleurs sont soumis à essai simultanément, il convient de prendre soin à s'assurer que l'interaction entre les haut-parleurs n'est pas significative.

NOTE 2 Si un haut-parleur est conçu pour fonctionner dans une gamme de fréquences limitée et qu'un réseau de limitation de fréquence correspondant ne fait pas partie intégrante du haut-parleur, il convient que le fabricant spécifie un réseau adéquat qui est à raccorder au haut-parleur pendant l'essai. Ce réseau fait alors partie intégrante du haut-parleur et il convient que l'impédance assignée soit associée aux bornes d'entrée de ce réseau, sa sortie étant chargée par le haut-parleur.

NOTE 3 Il convient que l'ordre dans lequel sont raccordés les éléments de la chaîne soit celui qui est représenté à la Figure 7. Le haut-parleur doit être installé dans une salle supérieure ou égale à 8 m³, dans laquelle les conditions climatiques spécifiées dans la CEI 60268-1 ont été obtenues.

17.1.2.2 La réponse en fréquence de l'amplificateur de puissance, mesurée sur les bornes d'entrée du haut-parleur soumis à essai, doit être constante à $\pm 0,5$ dB près dans la gamme de fréquences de 20 Hz à 20 000 Hz. Le bruit écrêté aux bornes du haut-parleur soumis à essai doit avoir une répartition de fréquence comme spécifié dans la CEI 60268-1, et un rapport crête-efficace compris entre 1,8 et 2,2.

17.1.2.3 L'amplificateur de puissance doit avoir une impédance de sortie inférieure ou égale au tiers de l'impédance assignée du système de haut-parleurs, conformément à 16.1. L'amplificateur doit être capable de fournir au haut-parleur une tension de crête d'un signal sinusoïdal sans écrêtage. Cette tension de crête est au moins deux fois plus grande que la tension de bruit d'essai.

17.1.2.4 Le haut-parleur doit être soumis à essai dans chaque condition climatique spécifiée pendant une période continue de 100 h à une tension assignée correspondant à celle que le haut-parleur doit pouvoir supporter.

17.1.2.5 Immédiatement après l'essai, le haut-parleur doit être stocké dans des conditions climatiques telles que celles qui existent normalement dans des salles ou des laboratoires ordinaires. Sauf spécification contraire, la période de rétablissement doit être de 24 h.

17.1.2.6 Il convient d'estimer qu'un haut-parleur a satisfait aux exigences de cet essai si, à la fin de la période de stockage, il n'y a aucune modification significative des caractéristiques électriques, mécaniques et acoustiques du haut-parleur lui-même par rapport à celles qui sont mentionnées dans la feuille de caractéristiques du type de haut-parleur, hormis une variation de la fréquence de résonance.

NOTE L'acceptabilité de cette variation fait l'objet d'une négociation, il convient donc de la mentionner.

17.2 Tension d'entrée maximale à court terme

17.2.1 Caractéristique à spécifier

17.2.1.1 La tension maximale que l'unité de commande ou le système de haut-parleurs peut supporter sans être définitivement endommagé, pendant une période de 1 s lorsque le signal est un signal de bruit simulant un contenu de programme normalisé (selon la CEI 60268-1), doit être spécifiée.

17.2.1.2 L'essai doit être répété 60 fois par intervalles de 1 min.

17.2.2 Méthode de mesure

La méthode de mesure de la tension de bruit assignée spécifiée en 17.1.2 doit être utilisée, à l'exception du fait que le signal d'essai doit être produit par une source dirigée de signal de bruit pondéré simulant un contenu de programme normalisé (conformément à la CEI 60268-1).

NOTE La valeur efficace de la tension appliquée au haut-parleur pendant la période active peut être facilement mesurée en supprimant l'action de blocage et en mesurant la tension efficace du signal de bruit continu, le haut-parleur étant remplacé par une résistance dont la valeur est égale à l'impédance assignée du haut-parleur.

17.2.3 Dispositifs de protection

17.2.3.1 Si le haut-parleur est équipé d'un dispositif de protection, la tension d'entrée maximale à court terme doit être la tension d'entrée appliquée pendant la période de temps spécifiée provoquant le fonctionnement du dispositif de protection lui-même.

17.2.3.2 Si le fonctionnement d'un dispositif de protection provoque une diminution de l'impédance de charge présentée par le haut-parleur à l'amplificateur inférieure à 80 % de l'impédance assignée à toute fréquence, la valeur maximale de l'impédance d'entrée du haut-parleur doit être mentionnée par le fabricant.

17.3 Tension d'entrée maximale à long terme

17.3.1 Caractéristique à spécifier

17.3.1.1 La tension maximale que l'unité de commande ou le système de haut-parleurs peut supporter sans être définitivement endommagé, pendant une période d'une minute lorsque le signal est un signal de bruit simulant un contenu de programme normalisé (selon la CEI 60268-1) doit être spécifiée.

17.3.1.2 L'essai doit être répété 10 fois par intervalles de 2 min.

17.3.2 Méthode de mesure

La méthode de mesure de la tension de bruit assignée comme décrit en 17.1.2 doit être utilisée, à exception du fait que le signal d'essai doit être produit par une source dirigée de signal de bruit pondéré simulant un contenu de programme normalisé (conformément à la CEI 60268-1).

NOTE La valeur efficace de la tension appliquée au haut-parleur pendant la période active peut être facilement mesurée en supprimant l'action de blocage et en mesurant la tension efficace du signal de bruit continu, le haut-parleur étant remplacé par une résistance dont la valeur est égale à l'impédance assignée du haut-parleur.

17.3.3 Dispositifs de protection

17.3.3.1 Si le haut-parleur est équipé d'un dispositif de protection, la tension d'entrée maximale à long terme doit être la tension d'entrée appliquée pendant la période de temps spécifiée provoquant le fonctionnement du dispositif de protection lui-même.

17.2.3.2 Si le fonctionnement d'un dispositif de protection provoque une diminution de l'impédance de charge présentée par le haut-parleur à l'amplificateur inférieure à 80 % de l'impédance assignée à toute fréquence, la valeur maximale de l'impédance d'entrée du haut-parleur doit être mentionnée par le fabricant.

17.4 Tension sinusoïdale assignée

NOTE Il s'agit d'une condition assignée selon 3.2.1.

17.4.1 Caractéristique à spécifier

La tension d'un signal sinusoïdal continu dans la gamme de fréquences assignée que le haut-parleur peut supporter en permanence sans aucune dégradation thermique ou mécanique doit être spécifiée par le fabricant.

NOTE 1 Cette valeur peut varier en fonction de la fréquence, auquel cas des valeurs différentes peuvent être données dans des gammes de fréquence spécifiées.

NOTE 2 Ces valeurs dépendent de la façon dont le haut-parleur est monté conformément à l'Article 10.

17.4.2 Méthode de mesure

La méthode de mesure de la tension de bruit assignée de 17.1.2 doit être utilisée à exception du fait que la source de signal d'essai doit être un signal sinusoïdal. La méthode doit être valable pour déterminer la limite supérieure de la tension d'entrée pour la mesure pendant une période de temps spécifiée. Si aucune période de temps n'est spécifiée, on doit utiliser une période de 1 h au maximum.

18 Puissance électrique d'entrée

18.1 Puissance de bruit assignée – caractéristique à spécifier

NOTE 1 Il s'agit d'une condition assignée selon 3.2.1.

La puissance électrique calculée d'après la formule U_n^2/R doit être spécifiée, où U_n est la tension de bruit assignée et R est l'impédance assignée.

NOTE 2 La puissance de bruit assignée peut également être appelée «capacité de gestion de puissance».

18.2 Puissance maximale à court terme – caractéristique à spécifier

La puissance électrique correspondant à la tension d'entrée maximale à court terme, définie par U_{st}^2/R , doit être spécifiée, où U_{st} est la tension d'entrée maximale à court terme et R est l'impédance assignée.

18.3 Puissance maximale à long terme – caractéristique à spécifier

La puissance électrique correspondant à la tension d'entrée maximale à long terme, définie par U_{lt}^2/R , doit être spécifiée, où U_{lt} est la tension d'entrée maximale à long terme et R est l'impédance assignée.

18.4 Puissance sinusoïdale assignée – caractéristique à spécifier

NOTE Il s'agit d'une condition assignée selon 3.2.1.

La puissance électrique calculée d'après la formule: U_s^2/R doit être spécifiée, où U_s est la tension sinusoïdale assignée et R est l'impédance assignée.

19 Caractéristiques de fréquence

19.1 Gamme de fréquences assignée – caractéristique à spécifier

NOTE 1 Il s'agit d'une condition assignée selon 3.2.1.

La gamme de fréquences à laquelle il est prévu d'utiliser le haut-parleur doit être spécifiée.

NOTE 2 La gamme de fréquences assignée peut différer de la gamme de fréquences effective en particulier dans le cas où les haut-parleurs sont utilisés uniquement comme haut-parleurs d'aigus ou haut-parleurs de graves ou seulement pour la parole.

19.2 Fréquence de résonance

19.2.1 Fréquence de résonance d'une unité de commande de haut-parleur – caractéristique à spécifier

La fréquence à laquelle le module de l'impédance électrique présente son premier maximum principal sur une échelle de fréquence ascendante doit être spécifiée. L'environnement acoustique (en champ libre ou en champ libre en demi-espace) et les conditions de montage, incluant les caractéristiques de l'enceinte mesurée le cas échéant, doivent être indiqués avec la valeur de cette fréquence.

NOTE Les unités de commande de haut-parleurs peuvent être montées conformément à 10.1.

19.2.2 Fréquence de résonance d'un système de haut-parleurs en boîte fermée – caractéristique à spécifier

La fréquence à laquelle la courbe d'impédance présente son premier maximum principal sur une échelle de fréquence ascendante, y compris tous les réseaux séparateurs, doit être spécifiée.

19.3 Fréquence d'accord d'un système de haut-parleurs «bass reflex» ou à radiateur passif – caractéristique à spécifier

La fréquence à laquelle le module de l'impédance présente son premier minimum principal à la suite de son premier maximum principal sur une échelle de fréquence ascendante, y compris tous les réseaux de traversée, doit être spécifiée.

20 Pression acoustique dans des conditions en champ libre et en champ libre en demi-espace

20.1 Pression acoustique dans une bande de fréquences mentionnée

20.1.1 Caractéristique à spécifier

La pression acoustique produite à une distance mentionnée par rapport au point de référence sur l'axe de référence lorsque le haut-parleur reçoit un signal de bruit rose dans une bande de fréquences mentionnée à une tension spécifiée doit être spécifiée.

20.1.2 Méthode de mesure

20.1.2.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions de mesure normalisées dans un environnement en champ libre ou en champ libre en demi-espace. Un champ libre en demi-espace ne doit s'appliquer qu'aux unités de commande montées au même niveau que la surface de réflexion.

17.1.2.1 Le matériel suivant doit être inclus dans la chaîne de mesure:

- le haut-parleur soumis à essai;
- un générateur de bruit rose;
- un filtre passe-bande dont les pentes sont au moins de 24 dB/octave, limitant la largeur de bande du signal à celle sur laquelle le haut-parleur doit être mesuré.

20.1.2.3 Un signal de bruit rose d'une tension U_p et d'une largeur de bande mentionnées doit être fourni au haut-parleur.

20.1.2.4 La pression acoustique doit être mesurée à une distance mentionnée. Si aucun filtre ayant une largeur de bande égale à la bande de fréquences mentionnée n'est disponible, on peut effectuer une approximation en divisant cette bande de fréquences en n ensembles de bandes d'un tiers d'octave conformément à la CEI 61260, les filtres d'un tiers d'octave recevant le signal de bruit rose. La tension fournie au haut-parleur soumis à essai dans chaque bande de fréquences d'un tiers d'octave doit alors être égale à $U_p / \sqrt{n}$. Cette pression acoustique est donnée par la formule suivante:

$$p_r = \left[\sum_{i=1}^{i=n} (p_i)^2 \right]^{1/2}$$

où p_i est la pression acoustique dans une bande donnée d'un tiers d'octave.

20.1.2.5 Les conditions doivent être mentionnées avec les résultats.

20.2 Niveau de pression acoustique dans une bande de fréquences mentionnée – caractéristique à spécifier

On doit spécifier en décibels vingt fois le logarithme du rapport entre la pression acoustique, mesurée selon 20.1.1, et la pression acoustique normalisée de référence (20 µPa).

20.3 Sensibilité des caractéristiques dans une bande de fréquences mentionnée

20.3.1 Caractéristique à spécifier

La pression acoustique fournie en sortie doit être spécifiée dans une bande de fréquences mentionnée conformément à 20.1.1, en référence à une puissance d'entrée de 1 W et à une distance de 1 m sur l'axe de référence.

20.3.2 Méthode de mesure

Les mesures doivent être effectuées conformément à 20.1.2 et elles doivent être effectuées en référence à la tension U_p correspondant à une puissance de 1 W, où U_p est numériquement égale à la valeur de $\sqrt{R}$ et où R est l'impédance assignée.

20.4 Niveau de sensibilité caractéristique dans une bande de fréquences mentionnée – caractéristique à spécifier

On doit spécifier en décibels vingt fois le logarithme du rapport entre la sensibilité caractéristique selon 20.3.1, et la pression acoustique normalisée de référence (20 µPa).

20.5 Pression acoustique moyenne dans une bande de fréquences mentionnée

20.5.1 Caractéristique à spécifier

La racine carrée de la moyenne arithmétique des carrés des pressions acoustiques de toutes les bandes de fréquences d'un tiers d'octave dans une bande de fréquences doit être spécifiée.

20.5.2 Méthode de mesure

Les mesures doivent être effectuées conformément à 20.1.2, à l'exception du fait que la tension fournie au haut-parleur soumis à essai dans chaque bande de fréquences d'un tiers d'octave doit être égale à U_p . La pression acoustique moyenne dans une bande de fréquences mentionnée doit être déterminée par la formule suivante:

$$p_m = \frac{p_r}{\sqrt{n}}$$

NOTE Voir 20.1.2.4 pour la formule à utiliser pour déterminer la valeur de p_r .

20.6 Niveau de pression acoustique moyenne dans une bande de fréquences mentionnée – caractéristique à spécifier

On doit spécifier en décibels vingt fois le logarithme du rapport entre p_m selon 20.5.2, et la pression acoustique normalisée de référence (20 µPa).

21 Réponse en champ libre et en champ libre en demi-espace

21.1 Réponse en fréquence

21.1.1 Caractéristique à spécifier

Le niveau de pression acoustique doit être spécifié en fonction de la fréquence, mesurée dans des conditions en champ libre ou en champ libre en demi-espace dans une position mentionnée par rapport à l'axe de référence et en un point à une tension constante spécifiée, avec des signaux sinusoïdaux ou de bruit dans la bande.

21.1.2 Méthode de mesure

21.1.2.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions de mesure normalisées dans un environnement en champ libre ou en champ libre en demi-espace.

21.1.2.2 Un signal de bruit dans la bande ou sinusoïdal de tension constante doit être fourni au haut-parleur.

21.1.2.3 Les mesures doivent être effectuées au moins sur la gamme de fréquences effective conformément à 21.2.

Les mesures avec du bruit filtré dans la bande doivent être effectuées:

- a) en fournissant un bruit rose au haut-parleur (limité à la gamme de fréquences effective du haut-parleur) et en analysant le signal de sortie du microphone au moyen de filtres d'un tiers d'octave; ou
- b) en fournissant au haut-parleur un signal de bruit à bande étroite conformément au 4.3.

NOTE Si la méthode b) est adoptée, il n'est pas nécessaire que les filtres se trouvent dans la chaîne de microphones, mais il convient qu'il n'y ait pas de restriction concernant leur utilisation.

21.1.2.4 Les résultats doivent être présentés sous forme de graphique en fonction de la fréquence. Les conditions d'espace et la mesure du bruit filtré dans la bande choisie doivent être mentionnées.

21.1.3 Correction des mesures aux fréquences basses

Si la caractéristique d'absorption des fréquences basses d'une chambre anéchoïque provoque un écart par rapport aux conditions en champ libre tel que la mesure précise de la réponse en champ libre jusqu'à la limite inférieure de la gamme de fréquences effective selon 21.2 n'est pas possible, les résultats de la mesure aux fréquences basses doivent être corrigés comme suit.

21.1.3.1 Le haut-parleur soumis à essai doit être enlevé de la salle et remplacé par un haut-parleur de référence étalonné, disposé de telle sorte que son point de référence et son axe de référence prennent les positions occupées précédemment par le haut-parleur soumis à essai.

Le haut-parleur de référence doit avoir sensiblement les mêmes caractéristiques directionnelles que le haut-parleur soumis à essai sur la gamme de fréquences où une correction est nécessaire et sa réponse en fréquence étalonnée en champ libre doit s'étendre jusqu'à la fréquence la plus basse à laquelle on s'intéresse.

NOTE 1 Il est nécessaire de déterminer précisément la réponse en fréquence du haut-parleur de référence. Pour des haut-parleurs de référence dont la réponse aux fréquences basses est limitée (résonance principale supérieure à 150 Hz), des mesures dans une très grande salle anéchoïque (par exemple, 8 m × 10 m × 12 m) peuvent être suffisamment précises. Pour des haut-parleurs avec une réponse étendue aux fréquences basses, des mesures sur une tour (généralement à 10 m ou plus au-dessus du niveau du sol) en plein air peuvent devenir nécessaires.

NOTE 2 Pour une mesure de la réponse aux fréquences basses d'un système de haut-parleurs à plusieurs unités, le point de référence est de façon idéale le point de référence de l'unité de basses.

21.1.3.2 La réponse en fréquence du haut-parleur de référence doit être mesurée en utilisant le même matériel et la même technique que pour le haut-parleur soumis à essai, conformément à 21.1.2.

21.1.3.3 Sur la gamme de fréquences basses pour laquelle la réponse en fréquence ainsi mesurée pour le haut-parleur de référence s'écarte de sa réponse en champ libre étalonné connu, la différence entre les réponses étalonnée et mesurée doit être utilisée pour corriger la réponse mesurée du haut-parleur soumis à essai.

21.2 Gamme utile de fréquences

21.2.1 Caractéristique à spécifier

La gamme de fréquences, limitée par les limites supérieure et inférieure mentionnées, pour laquelle la réponse en fréquence du haut-parleur conformément à 21.1.2, mesurée sur l'axe de référence avec un signal sinusoïdal est inférieure ou égale à 10 dB au-dessous du niveau de pression acoustique moyennée sur une largeur de bande d'une octave dans la région de sensibilité maximale ou une largeur de bande plus grande mentionnée par le fabricant, doit être spécifiée. Les creux abrupts dans la courbe de réponse, plus étroits qu'un neuvième d'octave (le tiers d'un tiers d'octave) pour un niveau de 10 dB doivent être négligés lors de la détermination des limites de fréquence.

21.2.2 Méthode de mesure

La plage de fréquences effective peut être obtenue d'après la réponse en fréquence décrite en 21.1.1, mesurée uniquement avec des signaux sinusoïdaux.

21.3 Fonction de transfert

21.3.1 Caractéristique à spécifier

Le niveau de pression acoustique et la phase en fonction de la fréquence doivent être spécifiés, mesurés dans des conditions en champ libre ou en champ libre simulé dans une position mentionnée par rapport à l'axe et au point de référence, pour une tension constante spécifiée aux bornes du haut-parleur. Sauf mention contraire, cette tension doit être de 1 V.

Le niveau de signal utilisé doit assurer que le résultat de la mesure n'est pas affecté par une non-linéarité.

Le niveau d'amplitude de la pression acoustique est normalement exprimé comme le niveau de pression acoustique équivalent. Lorsqu'on présente la phase en fonction de la fréquence, le déphasage concernant le retard de propagation entre le haut-parleur et le microphone doit être supprimé.

21.3.2 Méthode de mesure

21.3.2.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions de mesure normalisées dans un environnement en champ libre simulé.

21.3.2.2 Un signal impulsionnel d'essai avec une largeur de bande spectrale au moins aussi grande que la gamme de fréquences à laquelle on s'intéresse doit être fourni au haut-parleur.

NOTE Pour obtenir un rapport signal sur bruit adéquat, le signal d'essai peut être répété, en laissant suffisamment de temps entre les répétitions pour que le niveau de la pression acoustique due à la réverbération diminue jusqu'à une valeur négligeable et la moyenne des résultats effectuée. Pour réduire au minimum le temps de mesure nécessaire, une conformation spectrale (préaccentuation) peut être appliquée au signal d'essai et une correction complémentaire (désaccentuation) à la pression acoustique mesurée.

21.3.2.3 La pression acoustique doit être mesurée dans les conditions de 21.3.2.1 et de 21.3.2.2, et les résultats exprimés en fonction de la fréquence. Ceci est normalement obtenu par échantillonnage et numérisation du signal de pression acoustique et exécution

d'une transformation de Fourier dans un analyseur numérique de Fourier ou dans un ordinateur. La méthode de transformation du signal mesuré dans le domaine des fréquences ne doit pas introduire d'erreur dépassant 0,1 dB dans le résultat du niveau de pression acoustique calculé sur la gamme de fréquences.

21.3.2.4 La tension appliquée aux bornes du haut-parleur doit être mesurée par l'intermédiaire d'un atténuateur apériodique étalonné et de la chaîne de mesure du signal du microphone avec d'éventuels éléments de préaccentuation et de désaccentuation inclus et les résultats exprimés en fonction de la fréquence comme en 21.3.2.3.

21.3.2.5 La fonction de transfert du haut-parleur doit être le résultat de mesure de la procédure spécifiée en 21.3.2.3, divisé par le résultat de mesure de la procédure spécifiée en 21.3.2.4, la sensibilité du microphone et l'étalonnage de l'accumulateur ayant été pris en compte. Cette fonction doit être présentée sous forme d'un tracé d'amplitude et de phase en fonction de la fréquence, l'amplitude étant exprimée par le niveau de pression acoustique équivalent pour une puissance d'entrée de 1 W.

22 Puissance de sortie (puissance acoustique)

22.1 Puissance acoustique dans une bande de fréquences

22.1.1 Caractéristique à spécifier

La puissance acoustique totale rayonnée par un haut-parleur dans une bande de fréquences donnée avec une fréquence centrale f pour un signal d'entrée défini doit être spécifiée.

22.1.2 Méthode de mesure

22.1.2.1 Généralités

22.1.2.1.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions de mesure normalisées dans un environnement en champ libre, en champ libre en demi-espace ou en champ diffus. En fonction de l'environnement choisi, la mesure doit être effectuée par l'une des méthodes indiquées en 22.1.2.2 et 22.1.2.3.

22.1.2.1.2 Les résultats doivent être présentés graphiquement en fonction de la fréquence.

22.1.2.2 Mesure de la puissance acoustique en champ libre ou en champ libre en demi-espace

22.1.2.2.1 On doit faire la moyenne du carré de la pression acoustique efficace sur une grande sphère dans le cas de conditions en champ libre et sur un grand hémisphère conformément à l'ISO 3744 ou à l'ISO 3745, dans le cas de conditions en champ libre en demi-espace sur un grand nombre de points régulièrement répartis sur le système faisant l'objet d'une mesure.

22.1.2.2.2 Si le système présente une symétrie axiale de révolution, des mesures dans un plan contenant cet axe peuvent être considérées comme suffisantes, à condition que les mesures soient convenablement pondérées dans le processus de moyennage.

22.1.2.2.3 La puissance acoustique dans des conditions en champ libre doit être déterminée par la formule suivante:

$$P_a(f) = \frac{4\pi r^2}{\rho_0 c} p^2(f) = 0,031 r^2 p^2(f)$$

où:

$P_a(f)$ est la puissance acoustique, en W;

r est le rayon de la sphère, en m;

$p(f)$ est la pression acoustique moyennée sur une grande sphère, en Pa;

ρ_0 et c sont la densité de l'air et la vitesse du son dans l'air.

La puissance acoustique dans des conditions en champ libre en demi-espace doit être déterminée par la formule suivante:

$$P_a(f) = \frac{2\pi r^2}{\rho_0 c} p^2(f) = 0,016 r^2 p^2(f)$$

22.1.2.3 Mesure de la pression acoustique dans des conditions en champ diffus

22.1.2.3.1 La pression acoustique dans la bande de fréquences de la fréquence à mi-bande f doit être déterminée selon 20.1.2.

22.1.2.3.2 La puissance acoustique du haut-parleur $P_a(f)$ doit être donnée approximativement par la relation suivante:

$$P_a(f) = \frac{V}{T(f)} p^2(f) 10^{-4}$$

où:

$P_a(f)$ est la puissance acoustique, en W;

V est le volume de la salle de réverbération, en m^3 ;

$T(f)$ est le temps de réverbération de la salle dans la bande de fréquences considérée, en secondes;

$p(f)$ est la pression acoustique, en Pa.

NOTE 1 Le filtrage peut s'effectuer, soit dans la chaîne de haut-parleurs, soit à la fois dans les chaînes de haut-parleurs et de microphones.

NOTE 2 Une autre méthode de mesure de la puissance acoustique de haut-parleurs utilisant une source de puissance acoustique, est décrite dans l'ISO 3743-1 et dans l'ISO 3743-2.

22.2 Puissance acoustique moyenne dans une bande de fréquences

22.2.1 Caractéristique à spécifier

La moyenne arithmétique de la puissance acoustique dans toutes les bandes de fréquences d'un tiers d'octave dans la bande de fréquences considérée doit être spécifiée.

22.2.2 Méthode de mesure

22.2.2.1 La mesure doit être effectuée conformément à 22.1.2.

22.2.2.2 La puissance acoustique moyenne doit être calculée comme la moyenne arithmétique de la puissance acoustique mesurée individuellement pour toutes les bandes de fréquences d'un tiers d'octave incluses dans la gamme de fréquences considérée.

22.3 Rendement dans une bande de fréquences

22.3.1 Caractéristique à spécifier

Le rapport f entre la puissance acoustique rayonnée par un haut-parleur et la puissance électrique fournie dans une bande de fréquences de mi-fréquence doit être spécifié.

22.3.2 Méthode de mesure

Le rendement dans une bande de fréquences doit être mesuré au moyen de la méthode suivante:

- a) la mesure doit être effectuée conformément à 22.1.2 ;
- b) la puissance électrique doit être déterminée conformément à 3.2.2;
- c) le rendement dans une bande de fréquences doit être donné sous forme du rapport entre la puissance acoustique et la puissance électrique.

22.4 Rendement moyen dans une bande de fréquences

22.4.1 Caractéristique à spécifier

La moyenne arithmétique du rendement dans toutes les bandes de fréquences d'un tiers d'octave dans la bande de fréquences concernée doit être spécifiée.

22.4.2 Méthode de mesure

22.4.2.1 Le rendement dans la bande de fréquences doit être déterminé selon 22.3.2.

22.4.2.2 Le rendement moyen doit être calculé sous forme de la moyenne arithmétique des rendements mesurés dans chacune des bandes d'un tiers d'octave couvrant la bande de fréquences requise.

23 Caractéristiques directionnelles

23.1 Diagramme de directivité

23.1.1 Caractéristique à spécifier

Le niveau de pression acoustique doit être spécifié en fonction de l'angle entre l'axe de mesure et l'axe de référence et de la fréquence du son rayonné, mesurée dans des conditions en espace libre dans un plan spécifié. L'axe de mesure doit être la ligne reliant le microphone au point de référence.

23.1.2 Méthode de mesure

23.1.2.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions de mesure normalisées dans un environnement en champ libre.

23.1.2.2 Le microphone de mesure doit être positionné dans un plan spécifique, contenant l'axe de référence à une distance spécifiée du point de référence.

23.1.2.3 Un signal sinusoïdal ou de bruit dans la bande doit être utilisé. Il doit être appliqué au haut-parleur. La tension d'entrée doit être réglée pour chaque fréquence ou bande de façon que la pression acoustique en un point spécifié sur l'axe de référence soit maintenue constante.

23.1.2.4 On peut choisir l'une des manières suivantes pour afficher le diagramme de directivité.

- a) une famille de courbes de réponse polaires à des fréquences ou des bandes de fréquences mentionnées doit être affichée;

NOTE 1 De préférence un tiers d'octave ou une octave sur la gamme de fréquences assignée. Il convient toutefois d'utiliser un dispositif fournissant une variation continue d'écart angulaire au moins pour les fréquences suivantes: 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz et 8 000 Hz.

- b) une famille de courbes de réponse en fréquence à divers angles par rapport à l'axe de référence doit être affichée.

NOTE 2 Il convient d'utiliser des angles par intervalles de 15°.

NOTE 3 Voir le document d'information de l'AES, AES-5id-1997.

23.1.2.5 Les résultats de la mesure de 23.1.2.4 a) doivent être tracés sous forme de courbes polaires conformément à la CEI 60268-1 et à la CEI 60263.

NOTE 1 Un soin particulier est nécessaire pour s'assurer que des lobes significatifs sont explorés de manière adéquate. Dans la présentation des résultats, l'orientation de l'axe de mesure par rapport à l'axe de référence doit être mentionnée. Si une méthode point par point est utilisée, la courbe doit montrer clairement les angles utilisés.

NOTE 2 Pour les très petits haut-parleurs tels que les haut-parleurs d'aigus, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser des fréquences supérieures extérieures à celles mentionnées ci-dessus. Il convient que ces fréquences soient conformes à celles indiquées dans la CEI 60268-1.

NOTE 3 Il convient de prendre soin à ce que le niveau de l'axe de référence du haut-parleur corresponde au niveau zéro du diagramme polaire.

23.2 Angle de rayonnement

23.2.1 Caractéristique à spécifier

L'angle mesuré par rapport à l'axe de référence dans un plan contenant cet axe doit être spécifié de façon que le niveau de pression acoustique dans l'angle à la distance de mesure diminue de moins de 10 dB par rapport au niveau de pression acoustique sur l'axe de référence. La gamme de fréquences sur laquelle cette spécification est satisfaite doit être mentionnée.

23.2.2 Méthode de mesure

23.2.2.1 L'angle de rayonnement doit être déduit du diagramme de directivité dans la gamme de fréquences assignée, mesuré conformément à 23.1.2.4 a).

23.2.2.2 Si le diagramme de directivité du haut-parleur ne présente pas de symétrie cylindrique, la valeur doit être donnée dans deux plans perpendiculaires.

NOTE L'angle de rayonnement peut être tracé sous forme d'une courbe avec les fréquences en abscisses et les angles en ordonnées, symétrique par rapport à 0°.

23.3 Indice de directivité

23.3.1 Caractéristique à spécifier

Le rapport entre les valeurs des deux pressions acoustiques suivantes, exprimé en décibels, doit être spécifié:

- la pression acoustique mesurée en un point choisi sur l'axe de référence;
- la pression acoustique que produirait une source ponctuelle rayonnant la même puissance acoustique en tant que haut-parleur soumis à essai dans la même position de mesure dans des conditions en champ libre.

23.3.2 Méthode de mesure

L'indice de directivité D_i doit être déterminé conformément à 23.3.2.1 ou à 23.3.2.2.

23.3.2.1

- a) Le niveau de pression acoustique (L_{ax}) doit être mesuré conformément à 20.1.2 dans un environnement en champ libre et à une distance de 1 m.
- b) Le niveau de pression acoustique doit être mesuré dans des conditions en champ diffus (L_p).

- c) Dans les deux mesures, le haut-parleur doit recevoir la même tension de bruit rose filtré mentionnée.
- d) L'indice de directivité (D_i) doit être déterminé d'après la formule suivante:

$$D_i = L_{ax} - L_p + 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) - 10 \lg \left(\frac{V}{V_0} \right) + 25 \text{ dB}$$

où:

- L_{ax} est le niveau de pression acoustique dans des conditions en champ libre, mesuré sur l'axe de référence et en référence à une distance de 1 m;
- L_p est le niveau de pression acoustique mesuré dans des conditions en champ diffus;
- T est le temps de réverbération de la salle de réverbération, en s;
- T_0 est un temps de réverbération de référence de 1 s;
- V est le volume de la salle de réverbération, en m³;
- V_0 est un volume de référence de 1 m³;
- 25 est une valeur approchée relative aux facteurs constants dans le système international d'unités

23.3.2.2

- a) Les carrés de la pression acoustique extraite des courbes polaires conformément à 23.1.2.4 a) doivent être intégrés sur une sphère, afin de fournir une valeur moyenne s_m en utilisant l'une des méthodes données en 22.1.2.2 et en 22.1.2.3.
- b) Le carré de la pression acoustique sur l'axe doit être déterminé, s_0 .
- c) L'indice de directivité D_i doit être spécifié comme égal à dix fois le logarithme du rapport entre s_0 et s_m .

23.4 Angle(s) de couverture

23.4.1 Caractéristique à spécifier

L'angle compris entre les deux directions de part et d'autre du lobe principal du diagramme de directivité auquel le niveau de pression acoustique est inférieur de 6 dB à celui dans la direction du niveau maximal doit être spécifié.

L'angle doit être mesuré dans un plan contenant l'axe de référence.

Le diagramme de directivité doit être mesuré avec du bruit dans une bande d'une octave centrée sur une fréquence spécifiée conformément à 23.1.

Pour des haut-parleurs conçus pour avoir des angles de couverture différents dans des plans différents passant par l'axe de référence, les angles de couverture doivent être spécifiés au moins dans deux plans orthogonaux conformément à 23.2.2.2.

23.4.2 Méthode de mesure

Le ou les angles de couverture doivent être déduits du ou des diagrammes de directivité mesurés avec une bande d'une octave centrée à 4 000 Hz, si la gamme de fréquences effective du haut-parleur contient à la fois 2 800 Hz et 5 700 Hz (une demi-octave au-dessus et au-dessous de 4 000 Hz).

Si la gamme de fréquences effective ne contient pas la bande d'une octave centrée à 4 000 Hz, le ou les angles de couverture doivent être déduits des mesures dans une bande d'une octave de fréquence centrale spécifiée, près de la limite supérieure de la gamme de fréquences effective.

Le ou les angles de couverture peuvent de plus être spécifiés pour d'autres fréquences centrales de bandes d'octave.

La ou les fréquences centrales utilisées pour les mesures doivent être présentées avec les données mesurées.

NOTE Une relation approximative entre les angles de couverture et l'indice de directivité dans la même bande d'octave peut être spécifiée par la formule suivante:

$$D_i = 10 \lg \left[\frac{180}{\arcsin \{ \sin(A/2) \sin(B/2) \}} \right]$$

où A et B sont les angles de couverture en degrés dans deux plans orthogonaux.

24 Non-linéarité d'amplitude

NOTE On peut trouver une explication générale sur la non-linéarité d'amplitude dans la CEI 60268-2. Les caractéristiques à spécifier et les méthodes de mesure pour différents types de non-linéarité d'amplitude, pouvant être importantes pour les haut-parleurs, sont prescrites de 24.1 à 24.6.

24.1 Distorsion harmonique totale

24.1.1 Caractéristique à spécifier

La distorsion harmonique totale doit être spécifiée, exprimée en termes de pression acoustique totale p_t .

24.1.2 Méthode de mesure pour des tensions d'entrée allant jusqu'à la tension sinusoïdale assignée

24.1.2.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions en champ libre pour des systèmes de haut-parleurs et dans des conditions en champ libre en demi-espace pour des unités de commande de haut-parleurs. Une série de tensions d'entrée sinusoïdales dont les fréquences augmentent jusqu'à 5 000 Hz doit être fournie au haut-parleur. Les tensions d'entrée choisies ne doivent pas dépasser la tension sinusoïdale assignée conformément à 17.4. La gamme de fréquences doit être couverte au moyen de tonalités glissantes, car une méthode pas à pas peut conduire à manquer des informations importantes.

24.1.2.2 Un microphone de mesure doit être situé à 1 m du point de référence, sauf spécification contraire.

24.1.2.3 Un voltmètre sélectif, tel qu'un analyseur d'onde, précédé, si nécessaire, d'un filtre passe-haut éliminant la fondamentale, doit être relié au microphone de mesure.

24.1.2.4 La pression acoustique des harmoniques séparés p_{nf} doit être mesurée.

24.1.2.5 La pression acoustique totale p_t , incluant la fondamentale, doit être mesurée au moyen d'un dispositif de mesure à large bande raccordé au microphone. Le dispositif de mesure doit indiquer la valeur efficace réelle des harmoniques.

24.1.2.6 La distorsion harmonique totale doit être déterminée par la formule suivante:

en %:

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

en dB:

$$L_{dt} = 20 \lg \frac{d_t}{100}$$

24.1.2.7 Les résultats de la mesure doivent être présentés graphiquement en fonction de la fréquence fondamentale. Lorsqu'une méthode de tonalité glissante est utilisée, les valeurs de distorsion doivent être exprimées en décibels. Lorsqu'on applique une méthode pas à pas, l'expression sous forme de pourcentage doit être utilisée.

Les informations suivantes doivent être données avec les résultats:

- la tension d'entrée et le niveau de pression acoustique en référence à 1 m;
- le fait que l'on ait utilisé une méthode de tonalité glissante ou pas à pas;
- toute fréquence discrète utilisée: la distance du microphone de mesure par rapport au point de référence si celle-ci est différente de 1 m et les conditions de mesure (champ libre ou champ libre en demi-espace).

24.1.3 Méthode de mesure pour des tensions d'entrée supérieures à la tension sinusoïdale assignée

24.1.3.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions en champ libre pour des systèmes de haut-parleurs et dans des conditions en champ libre en demi-espace pour des unités de commande de haut-parleurs. Une série de tensions d'entrée d'impulsions sonores dont les fréquences augmentent doit être fournie au haut-parleur. Chaque impulsion sonore doit être suffisamment longue pour atteindre la réponse en régime établi. Son amplitude doit être choisie de manière à ne pas être plus grande que la tension d'entrée maximale à court terme conformément à 17.2.

NOTE Il convient que les fréquences soient produites par une méthode pas à pas.

24.1.3.2 Un microphone de mesure doit être situé à une distance de 1 m du point de référence, sauf spécification contraire.

24.1.3.3 Un système de traitement par échantillonnage doit être utilisé pour échantillonner la réponse aux impulsions sonores reçues par le microphone de mesure. La fréquence d'échantillonnage doit être suffisamment grande pour activer l'harmonique le plus élevé auquel on s'intéresse. Pour éliminer les erreurs de passage par zéro, les instants d'échantillonnage doivent coïncider avec les passages par zéro du signal d'impulsions sonores ou les signaux du microphone doivent passer dans une fenêtre (une fenêtre de Hanning convient habituellement). Le système doit calculer le spectre d'après les données d'un ou de plusieurs cycles pour obtenir la pression acoustique totale incluant la fondamentale p_t et les différents harmoniques p_{nf} .

24.1.3.4 La distorsion harmonique totale pour des tensions d'entrée supérieures à la tension sinusoïdale assignée doit alors être déterminée par la formule donnée en 24.1.2.6.

24.1.3.5 Les composantes de la distorsion harmonique de deuxième et troisième ordres pour des tensions d'entrée supérieures à la tension sinusoïdale assignée doivent être déterminées par les formules données en 24.2.2.6.

24.1.3.6 Les données suivantes doivent être fournies avec les résultats de la mesure:

- tension d'entrée et niveau de pression acoustique en référence à 1 m;
- fréquences discrètes auxquelles les mesures ont été effectuées;
- distance du microphone de mesure jusqu'au point de référence, si celle-ci est différente de 1 m;
- conditions de mesure (champ libre ou champ libre en demi-espace).

24.2 Distorsion harmonique d'ordre n (où $n = 2$ ou $n = 3$)

24.2.1 Caractéristique à spécifier

La distorsion harmonique totale d'ordre n doit être spécifiée, exprimée en termes de pression acoustique totale p_t .

24.2.2 Méthode de mesure pour des tensions d'entrée allant jusqu'à la tension sinusoïdale assignée

24.2.2.1 Le haut-parleur doit être amené dans des conditions en champ libre pour des systèmes de haut-parleurs et dans des conditions en champ libre en demi-espace pour des unités de commande de haut-parleurs.

Une série de tensions d'entrée sinusoïdales dont les fréquences augmentent jusqu'à 5 000 Hz doit être fournie au haut-parleur. Les tensions d'entrée choisies doivent être les plus appropriées pour l'utilisation prévue et il convient qu'elles incluent la tension sinusoïdale assignée sans la dépasser, conformément à 17.4.

NOTE Il convient que la gamme de fréquences soit couverte au moyen de tonalités glissantes, car une méthode pas à pas peut conduire à manquer des informations importantes.

24.2.2.2 Un microphone de mesure doit être situé à 1 m du point de référence, sauf spécification contraire.

24.2.2.3 Un voltmètre sélectif, tel qu'un analyseur d'onde, précédé, si nécessaire, d'un filtre passe-haut éliminant la fondamentale, doit être relié au microphone de mesure.

24.2.2.4 La pression acoustique des harmoniques séparés p_{nf} doit être mesurée.

24.2.2.5 La pression acoustique totale incluant la fondamentale p_t , doit être mesurée au moyen d'un appareil de mesure à large bande raccordé au microphone.

24.2.2.6 La distorsion harmonique totale du deuxième ordre doit être déterminée par la formule suivante:

en %:

$$d_2 = \frac{p_{2f}}{p_t} \times 100 \%$$

en dB:

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

La distorsion harmonique totale du troisième ordre doit être déterminée par la formule suivante:

en %:

$$d_3 = \frac{p_{3f}}{p_t} \times 100 \%$$

en dB:

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

24.2.2.7 Les résultats de la mesure doivent être présentés graphiquement en fonction de la fréquence fondamentale. Lorsqu'une méthode de tonalité glissante est utilisée, les valeurs de distorsion doivent être exprimées en décibels. Lorsqu'on applique une méthode pas à pas, l'expression sous forme de pourcentage doit être utilisée.

Les informations suivantes doivent être données avec les résultats:

- la tension d'entrée et le niveau de pression acoustique en référence à 1 m;