

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

268-5

Deuxième édition
Second edition
1989

Equipements pour systèmes électroacoustiques

Cinquième partie:
Haut-parleurs

Sound system equipment

Part 5:
Loudspeakers



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 268-5: 1989

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

268-5

Deuxième édition
Second edition
1989

Equipements pour systèmes électroacoustiques

**Cinquième partie:
Haut-parleurs**

Sound system equipment

**Part 5:
Loudspeakers**

© CEI 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	8
PRÉFACE	8

Articles

1. Domaine d'application	12
2. Objet	12

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

3. Conditions	12
3.1 Conditions générales	12
3.2 Conditions de mesure	14
4. Signaux d'essai	14
4.1 Signal sinusoïdal	14
4.2 Signal de bruit à large bande	16
4.3 Signal de bruit à bande étroite	16
5. Environnement acoustique	16
5.1 Conditions de champ libre	16
5.2 Conditions de demi-espace	16
5.3 Conditions de champ diffus	16
6. Bruits acoustiques ou électriques parasites	18
7. Distance entre haut-parleur et microphone de mesure	18
7.1 Distance de mesure dans les conditions de champ libre et de demi-espace	18
7.2 Position du haut-parleur dans les conditions de champ diffus	20
8. Appareils de mesure	20
9. Précision des mesures acoustiques	20
10. Montage des haut-parleurs	20
10.1 Montage et charge acoustique des haut-parleurs élémentaires	20
10.2 Montage et charge acoustique des systèmes de haut-parleurs	22
11. Ecran normalisé	22
12. Préconditionnement	22

SECTION DEUX – CARACTÉRISTIQUES À SPÉCIFIER ET MÉTHODES DE MESURE CORRESPONDANTES

13. Description du type	24
13.1 Haut-parleur élémentaire	24
13.2 Système de haut-parleurs	24
14. Marquage des bornes et des commandes	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
PREFACE	9

Clause

1. Scope	13
2. Object	13

SECTION ONE – GENERAL

3. Conditions	13
3.1 General conditions	13
3.2 Conditions for the measurement	15
4. Test signals	15
4.1 Sinusoidal signal	15
4.2 Broadband noise signal	17
4.3 Narrow band noise signal	17
5. Acoustical environment	17
5.1 Free-field conditions	17
5.2 Half space free-field conditions	17
5.3 Diffuse sound field conditions	17
6. Unwanted acoustical and electrical noise	19
7. Positioning of loudspeaker and measuring microphone	19
7.1 Measuring distance under free-field and half space free-field conditions	19
7.2 Positioning of loudspeaker in diffuse field conditions	21
8. Measuring equipment	21
9. Accuracy of acoustical measurement	21
10. Mounting of loudspeakers	21
10.1 Mounting and acoustic loading of drive units	21
10.2 Mounting and acoustic loading of a loudspeaker system	23
11. Standard baffle	23
12. Preconditioning	23

SECTION TWO – CHARACTERISTICS TO BE SPECIFIED AND THE RELEVANT METHODS
OF MEASUREMENT

13. Type description	25
13.1 Loudspeaker drive units	25
13.2 Loudspeaker system	25
14. Marking of terminals and controls	25

Articles	Pages
15. Plan de référence, point de référence et axe de référence	24
15.1 Plan de référence	24
15.2 Point de référence	24
15.3 Axe de référence	26
16. Impédance et caractéristiques dérivées	26
16.1 Impédance nominale	26
16.2 Courbe d'impédance	26
16.3 Facteur Q total (Q_t)	26
16.4 Volume d'air équivalant à la souplesse d'un haut-parleur élémentaire	28
17. Tension d'entrée	30
17.1 Tension maximale d'entrée à court terme	30
17.2 Tension maximale d'entrée à long terme	30
17.3 Tension nominale en régime sinusoïdal	32
17.4 Tension nominale de bruit	32
18. Puissance d'entrée électrique	34
18.1 Puissance maximale d'entrée à court terme	34
18.2 Puissance maximale d'entrée à long terme	36
18.3 Puissance nominale en régime sinusoïdal	36
18.4 Puissance nominale de bruit	36
19. Caractéristiques en fréquences	36
19.1 Domaine nominal de fréquences	36
19.2 Fréquence de résonance	36
19.3 Fréquence d'accord d'une enceinte acoustique basse-réflex ou à radiateur pas- sif	38
20. Pression acoustique en champ libre et en demi-espace	38
20.1 Pression acoustique dans une bande de fréquences indiquée	38
20.2 Niveau de pression acoustique dans une bande de fréquences indiquée	38
20.3 Efficacité caractéristique dans une bande de fréquences indiquée	40
20.4 Niveau d'efficacité caractéristique dans une bande de fréquences indiquée	40
20.5 Pression acoustique moyenne dans une bande de fréquences indiquée	40
20.6 Niveau de pression acoustique moyen dans une bande de fréquences indiquée	40
21. Réponse en champ libre et en demi-espace	40
21.1 Réponse en fréquence	40
21.2 Domaine utile de fréquences	42
21.3 Fonction de transfert	42
22. Puissance de sortie (puissance acoustique)	42
22.1 Puissance acoustique dans une bande de fréquences	42
22.2 Puissance acoustique moyenne dans une bande de fréquences	46
22.3 Rendement dans une bande de fréquences	46
22.4 Rendement moyen dans une bande de fréquences	46
23. Caractéristiques directionnelles	46
23.1 Diagramme de réponse directionnelle	46

Clause	Page
15. Reference plane, reference point and reference axis	25
15.1 Reference plane	25
15.2 Reference point	25
15.3 Reference axis	27
16. Impedance and derivative characteristics	27
16.1 Rated impedance	27
16.2 Impedance curve	27
16.3 Total Q -factor (Q_t)	27
16.4 Equivalent air volume of a loudspeaker drive unit compliance (V_{as})	29
17. Input voltage	31
17.1 Short term maximum input voltage	31
17.2 Long term maximum input voltage	31
17.3 Rated sinusoidal voltage	33
17.4 Rated noise voltage	33
18. Input electrical power	35
18.1 Short term maximum power	35
18.2 Long term maximum power	37
18.3 Rated sinusoidal power	37
18.4 Rated noise power	37
19. Frequency characteristics	37
19.1 Rated frequency range	37
19.2 Resonance frequency	37
19.3 Tuning frequency of a bass reflex or passive radiator loudspeaker system	39
20. Sound pressure under free-field and half space free-field conditions	39
20.1 Sound pressure in a stated frequency band	39
20.2 Sound pressure level in a stated frequency band	39
20.3 Characteristic sensitivity in a stated frequency band	41
20.4 Characteristic sensitivity level in a stated frequency band	41
20.5 Mean sound pressure in a stated frequency band	41
20.6 Mean sound pressure level in a stated frequency band	41
21. Response under free-field and half space free-field conditions	41
21.1 Frequency response	41
21.2 Effective frequency range	43
21.3 Transfer function	43
22. Output power (acoustic power)	43
22.1 Acoustic power in a frequency band	43
22.2 Mean acoustic power in a frequency band	47
22.3 Efficiency in a frequency band	47
22.4 Mean efficiency in a frequency band	47
23. Directional characteristics	47
23.1 Directional response pattern	47

Articles	Pages
23.2 Angle de rayonnement	48
23.3 Indice de directivité	50
24. Non-linéarité d'amplitude	50
24.1 Introduction	50
24.2 Distorsion harmonique totale	52
24.3 Distorsion harmonique du $n^{ième}$ ordre	52
24.4 Distorsion harmonique caractéristique	54
24.5 Distorsion totale de bruit	54
24.6 Distorsion de bruit du $n^{ième}$ ordre	56
24.7 Distorsion de bruit caractéristique	58
24.8 Distorsion de modulation d'ordre n	58
24.9 Distorsion de modulation caractéristique d'ordre n	60
24.10 Distorsion par différence de fréquence	60
24.11 Distorsion d'intermodulation de bruit	60
SECTION TROIS – AUTRES CARACTÉRISTIQUES ET CLASSIFICATION	
25. Conditions climatiques nominales	62
26. Champ de dispersion perturbateur	62
27. Caractéristiques physiques	64
27.1 Dimensions	64
27.2 Masse	64
27.3 Bornes et connecteurs	64
28. Caractéristiques de conception	64
29. Classification des caractéristiques à spécifier	64
FIGURES	68

Clause	Page
23.2 Radiation angle	49
23.3 Directivity index	51
24. Amplitude non-linearity	51
24.1 Introduction	51
24.2 Total harmonic distortion	53
24.3 Harmonic distortion of the n^{th} order	53
24.4 Characteristic harmonic distortion	55
24.5 Total noise distortion	55
24.6 Noise distortion of the n^{th} order	57
24.7 Characteristic noise distortion	59
24.8 Modulation distortion of the n^{th} order	59
24.9 Characteristic modulation distortion of the n^{th} order	61
24.10 Difference frequency distortion	61
24.11 Noise intermodulation distortion	61
SECTION THREE – OTHER CHARACTERISTICS AND CLASSIFICATION	
25. Rated ambient conditions	63
26. Interfering stray field	63
27. Physical characteristics	65
27.1 Dimensions	65
27.2 Weight	65
27.3 Cable assemblies	65
28. Design data	65
29. Classification of the characteristics to be specified	65
FIGURES	68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES

Cinquième partie: Haut-parleurs

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 84 de la CEI: Equipements et systèmes dans le domaine des techniques audio, vidéo et audiovisuelles.

Cette deuxième édition remplace la première édition de la Publication 268-5 de la CEI et son premier complément (Publication 268-5A (1980)).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
84(BC)35	84(BC)46

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s
- 50 (151) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
 - 65 (1985): Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.
 - 225 (1982): Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.
 - 263 (1982): Echelles et dimensions des graphiques pour le tracé des courbes de réponse en fréquence et des diagrammes polaires.
 - 268-1 (1985): Equipements pour systèmes électroacoustiques, Première partie: Généralités.
 - 268-2 (1987): Deuxième partie: Définition des termes généraux et méthodes de calcul.
 - 268-11 (1987): Onzième partie: Applications des connecteurs pour l'interconnexion des éléments de systèmes électroacoustiques.
 - 268-12 (1987): Douzième partie: Application des connecteurs pour radiodiffusion et usage analogue.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOUND SYSTEM EQUIPMENT

Part 5: Loudspeakers

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 84: Equipment and systems in the field of audio, video and audiovisual engineering.

This second edition replaces the first edition of IEC Publication 268-5 and its first supplement (Publication 268-5A (1980)).

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

Six Months' Rule	Report on Voting
84(CO)35	84(CO)46

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 50 (151) (1978): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and magnetic devices.
- 65 (1985): Safety requirements for mains operated electronic and related apparatus for household and similar general use.
- 225 (1982): Octave, half-octave and third-octave band filters intended for the analysis of sounds and vibrations.
- 263 (1982): Scales and sizes for plotting frequency characteristics and polar diagrams.
- 268-1 (1985): Sound system equipment, Part 1: General.
- 268-2 (1987): Part 2: Explanation of general terms and calculation methods.
- 268-11 (1987): Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components.
- 268-12 (1987): Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use.

- 268-14 (1980): Quatorzième partie: Haut-parleurs circulaires et elliptiques; diamètres extérieurs du saladier, cotes de montage.
651 (1979): Sonomètres.

Normes ISO citées:

- 3741 (1988): Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources à large bande.
3743 (1976): Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthodes d'expertise pour les salles d'essai réverbérantes spéciales.
3744 (1981): Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthodes d'expertise pour les conditions de champ libre au-dessus d'un plan réfléchissant.
3745 (1977): Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïque et semi-anéchoïque.

Withdrawn

268-14 (1980): Part 14: Circular and elliptical loudspeakers; outer frame diameters and mounting dimensions.

651 (1979): Sound level meters.

ISO Standards quoted:

3741 (1988): Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms.

3743 (1976): Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Engineering methods for special reverberation test rooms.

3744 (1981): Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Engineering methods for free-field conditions over a reflecting plane.

3745 (1977): Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms.

Withdrawn

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES

Cinquième partie: Haut-parleurs

1. Domaine d'application

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

Note. – Dans la présente norme, on entend par «haut-parleur» aussi bien un haut-parleur élémentaire qu'une enceinte acoustique comprenant un ou plusieurs haut-parleurs élémentaires munis d'un écran, d'une enceinte fermée, d'un pavillon et de tout dispositif tel que filtre ou transformateur ou tout autre élément passif qui peuvent en faire partie.

2. Objet

L'objet de la présente norme est de définir les caractéristiques à spécifier pour ces haut-parleurs et les méthodes de mesure correspondantes utilisant soit des signaux sinusoïdaux, soit des signaux de bruit spécifié.

Les méthodes de mesure définies dans la présente norme sont celles qui se rapportent le plus directement aux caractéristiques.

Notes 1. – Si des résultats équivalents peuvent être obtenus en utilisant d'autres méthodes, il convient d'indiquer les détails de ces méthodes avec les résultats.

2. – Les questions suivantes sont à l'étude:

- haut-parleurs à amplificateurs incorporés;
- mesures dans des conditions autres que champ libre, demi-espace et champ diffus;
- mesures avec des signaux autres que sinusoïdaux ou de bruit.

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

3. Conditions

3.1 Conditions générales

La présente norme doit être utilisée avec les normes suivantes:

- CEI 268-1 (1985): Equipements pour systèmes électroacoustiques, Première partie: Généralités.
- CEI 268-2 (1987): Deuxième partie: Explication des termes généraux et méthodes de calcul.
- ISO 3741 (1988): Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources à large bande.

SOUND SYSTEM EQUIPMENT

Part 5: Loudspeakers

1. Scope

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

Note. – 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 cross-over filters, transformers and any other passive element.

2. Object

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 signals.

The methods of measurement given in this standard are those which are seen to be most directly related to the characteristics.

Notes 1. – If equivalent results can be obtained using other methods of measurement, details of the methods used should be presented with the results.

2. – 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.

SECTION ONE – GENERAL

3. Conditions

3.1 General conditions

This standard is to be used in conjunction with the following standards:

- IEC 268-1 (1985): Sound system equipment, Part 1: General.
- IEC 268-2 (1987): Part 2: Explanation of general terms and calculation methods.
- ISO 3741 (1988): Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms.

3.2 Conditions de mesure

3.2.1 Introduction

La présente norme définit les conditions normales dans lesquelles on doit mettre un haut-parleur pour effectuer les mesures. Pour obtenir des conditions correctes pour les mesures, certaines de ces conditions (connues sous le nom de «conditions nominales»), doivent être prises dans les spécifications du constructeur.

Les valeurs correspondantes ne font pas elles-mêmes l'objet de mesures mais servent de base pour la mesure des autres caractéristiques.

Les caractéristiques suivantes doivent être indiquées à cet effet par le constructeur:

- impédance nominale;
- tension ou puissance nominale en régime sinusoïdal;
- tension ou puissance nominale avec un signal de bruit;
- domaine nominal de fréquences;
- plan de référence;
- point de référence;
- axe de référence.

Une explication complète du terme «nominal» est donnée dans la CEI 268-2. Voir également le terme 151-04-03 dans la CEI 50 (151).

3.2.2 Conditions normales pour les mesures

Un haut-parleur fonctionne dans les conditions normales pour les mesures lorsque les conditions suivantes sont remplies:

- a) le haut-parleur à l'essai est monté conformément à l'article 10;
- b) l'environnement acoustique spécifié est choisi parmi ceux qui sont donnés à l'article 5;
- c) la position relative du haut-parleur par rapport au microphone de mesure et aux parois est conforme à l'article 7;
- d) le signal appliqué à l'entrée du haut-parleur est conforme à l'un des signaux définis par l'article 4, il doit se trouver dans les limites du domaine nominal de fréquences (voir 19.1), sa tension U doit être spécifiée. Si elle est demandée, la puissance d'entrée P peut être calculée à partir de l'équation: $P = U^2/R$, dans laquelle R est l'impédance nominale (voir 16.1);
- e) les atténuateurs, s'il y en a, doivent être placés dans la position normale indiquée par le constructeur. Si d'autres positions sont choisies, par exemple celles qui assurent la meilleure uniformité de la réponse en fréquence ou une atténuation maximale, ces positions doivent être spécifiées;
- f) les appareils de mesure convenables pour déterminer la caractéristique souhaitée sont connectés (voir article 8).

4. Signaux d'essai

4.1 Signal sinusoïdal

La tension du signal sinusoïdal, appliqué aux bornes d'entrée du haut-parleur à l'essai, ne doit pas dépasser la tension nominale en régime sinusoïdal quelle que soit la fréquence (voir 17.3). Sauf indication contraire, cette tension est maintenue constante lorsque l'on fait varier la fréquence du signal.

3.2 Conditions for the measurement

3.2.1 Introduction

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 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.

A full explanation of the term “rated” is given in IEC 268-2. See also term 151-04-03 in IEC 50 (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 given 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 (see Clause 4) of a stated voltage U , within the rated frequency range (see 19.1). If required, the input power P can be calculated from the equation: $P = U^2/R$, where R is the rated impedance (see 16.1);
- e) attenuators, if any, shall be 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 (see Clause 8).

4. Test signals

4.1 Sinusoidal signal

The sinusoidal signal shall not exceed the rated sinusoidal voltage at any frequency (see 17.3). The voltage across the input terminals of the loudspeaker under test is kept constant for all frequencies unless otherwise stated.

4.2 *Signal de bruit à large bande*

Ce terme est expliqué dans la CEI 268-2.

Il est recommandé d'utiliser une source de bruit de facteur de crête compris entre 3 et 4 pour éviter la surcharge des amplificateurs.

On doit utiliser un voltmètre donnant la valeur efficace vraie, de constante de temps au moins égale à la constante de temps «lente» du sonomètre spécifiée dans la CEI 651.

4.3 *Signal de bruit à bande étroite*

Ce terme est expliqué dans la CEI 268-2.

Les signaux de bruit à bande étroite utilisés pour les mesures sont obtenus au moyen d'un générateur de bruit rose et de filtres de largeur de bande relative constante (voir CEI 225), cette largeur de bande relative étant normalement $\frac{1}{3}$ d'octave.

5. Environnement acoustique

Les mesures acoustiques doivent être effectuées dans l'une des conditions suivantes. La condition choisie doit être indiquée avec les résultats.

5.1 *Conditions de champ libre*

Conditions acoustiques se rapprochant de celles de l'espace libre. Tout environnement dans lequel la pression acoustique décroît en fonction de l'éloignement (r) du point considéré au point de référence de la source selon une loi en $1/r$ à $\pm 10\%$ près, dans la région située entre le haut-parleur et le microphone pendant les mesures, est considéré comme satisfaisant (chambre anéchoïque par exemple). On doit au moins obtenir ces conditions sur l'axe joignant les points de référence du microphone de mesure et du haut-parleur à l'essai.

Les conditions de champ libre doivent être remplies dans tout le domaine de fréquences de mesure.

5.2 *Conditions de demi-espace*

Conditions acoustiques dans lesquelles un champ libre existe dans un demi-espace. Ces conditions sont remplies de façon satisfaisante si les dimensions du plan réfléchissant sont telles que la pression acoustique décroît conformément à 5.1, le point de référence de la source étant situé dans ce plan.

5.3 *Conditions de champ diffus*

(uniquement pour les mesures avec des bandes de bruit)

L'ISO 3741 définit les conditions de mesure en champ diffus, avec une bande de bruit de $\frac{1}{3}$ d'octave. La limite inférieure de fréquence de ces mesures doit être déterminée comme spécifié dans l'annexe A de l'ISO 3741.

Notes 1. – La section 5 «Équipement de mesurage» de l'ISO 3741 donne des précisions sur les matériels de mesure ; il est souligné que l'on effectue à la fois des moyennes en fonction du temps et des moyennes en fonction de l'espace pour déterminer la puissance acoustique d'un haut-parleur. Celles-ci peuvent être effectuées soit comme l'indique cette norme, soit en utilisant des techniques continues d'intégration en fonction de l'espace et du temps.

2. – La précision des mesures dépend d'un certain nombre de facteurs incluant le volume de la salle, le temps de réverbération, le degré de diffusion.

3. – Il est souhaitable de disposer d'un volume supérieur à 200 m³ pour effectuer des mesures au-dessous de 125 Hz.

4.2 *Broadband noise signal*

This term is explained in IEC 268-2.

For practical reasons, a noise source with a crest factor between 3 and 4 is recommended, to avoid overload of amplifiers.

A true r.m.s. voltmeter having a time constant at least as long as the “slow” constant of the sound level meter, specified in IEC 651, shall be used.

4.3 *Narrow band noise signal*

This term is explained in IEC 268-2.

For measurement using narrow-band noise, constant relative bandwidth filters (see IEC 225) are used with a pink-noise generator, the relative bandwidth being usually $\frac{1}{3}$ octave.

5. **Acoustical environment**

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

5.1 *Free-field conditions*

Acoustical conditions which approach those of free space. Any environment is considered satisfactory (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. The minimum conditions 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.

5.2 *Half space free-field conditions*

Acoustical conditions in which the free-field exists in a half space. These conditions are satisfactorily met with a reflecting plane of sufficient size such that the sound pressure from a point source mounted in the surface of that plane decreases in the manner specified in 5.1.

5.3 *Diffuse sound field conditions* (with band noise measurements only)

Diffuse sound field conditions for measurements with $\frac{1}{3}$ octave band limited noise are defined and specified in ISO 3741. The lower limiting frequency shall be determined as specified in ISO 3741, Appendix A.

Notes 1. – While ISO 3741 provides details of measuring instruments in section 5: “Instrumentation”, 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.

2. – The precision of the measurement depends on a number of factors including the room volume, the room reverberation time, the degree of diffusion.

3. – For measurement below 125 Hz a room volume greater than 200 m³ is desirable.

6. Bruits acoustiques ou électriques parasites

Les bruits acoustiques ou électriques parasites doivent être aussi faibles que possible, afin de ne pas gêner les mesures aux niveaux les plus bas.

Les résultats de mesures dont le niveau ne serait pas supérieur d'au moins 10 dB à celui de ces bruits parasites dans la bande de fréquences considérée doivent être rejetés.

7. Distance entre haut-parleur et microphone de mesure

7.1 Distance de mesure dans les conditions de champ libre et de demi-espace

L'idéal serait d'effectuer les mesures en champ libre ou en demi-espace, dans des conditions de champ lointain pour le haut-parleur, afin d'obtenir des résultats cohérents. On se rapproche d'autant plus des conditions de champ lointain, que la distance entre le haut-parleur et le microphone de mesure s'accroît, mais l'effet des imperfections dues à l'environnement acoustique de mesure et le bruit ambiant impose une limite supérieure à la distance que l'on peut utiliser en pratique.

Pour simuler les conditions d'utilisation probables, les mesures devraient être effectuées à des distances semblables à celles où se trouveront les auditeurs, par exemple 2 m à 3 m pour les enceintes acoustiques à usage domestique et plus de 10 m pour les matériels de sonorisation, mais il se peut que de telles distances soient encore trop grandes pour éviter l'effet des imperfections de l'environnement acoustique de mesure. La réduction des distances de mesure nécessaires pour éviter ces difficultés peut avoir pour effet de placer le microphone dans le champ proche où le phénomène d'interférence peut entraîner des variations de pression acoustique importantes selon la fréquence pour de petits déplacements du microphone. Ces phénomènes peuvent se produire dans le cas d'enceintes acoustiques à sources multiples, lorsque la distance entre des sources rayonnant à une même fréquence est de l'ordre de la distance de mesure. Si par suite de la distance de mesure choisie et compte tenu des caractéristiques de directivité du haut-parleur, les mesures sont effectuées dans le champ proche où la pression acoustique ne varie pas comme l'inverse de la distance de mesure, l'utilisation de la loi en $1/r$ pour rapporter les résultats à une autre distance peut occasionner des erreurs importantes. On peut néanmoins effectuer de tels calculs pour comparer les haut-parleurs qui ont des caractéristiques de directivité très similaires. Pour faciliter de telles comparaisons il est recommandé de choisir une distance de mesure de 0,5 m ou d'un nombre entier de mètres et de rapporter les mesures à une distance normalisée de 1 m.

Note – Le calcul des erreurs dues aux dimensions de la source et à la distance de mesure n'est pas toujours utile car les erreurs calculées sont rarement en accord avec les erreurs observées.

7.1.1 Haut-parleur élémentaire

On doit utiliser une distance de mesure de 1 m pour ce type de haut-parleur, sauf raison valable d'utiliser une autre valeur; dans tous les cas la distance utilisée doit être indiquée.

7.1.2 Systèmes à plusieurs haut-parleurs élémentaires

Les systèmes dans lesquels deux haut-parleurs élémentaires ou plus produisent la même bande de fréquence créent des interférences acoustiques au point de mesure en raison de l'interaction des sons rayonnés par des sources différentes. Cette situation se rencontre lorsque toutes les sources fonctionnent dans la totalité de la bande de fréquences utilisée pour l'essai ou même lorsque certaines sources fonctionnent dans une partie seulement de cette bande, par exemple les zones de recouvrement. Dans de tels cas la distance de mesure doit être choisie de manière à rendre minimales les erreurs dues à ce phénomène.

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*

Ideally measurements under free-field and half space free-field conditions should be carried out in the far field of the loudspeaker, in order to obtain consistent results. The approximation to far field conditions improves as the distance between loudspeaker and measuring microphone is increased, but imperfections of the measuring environment room and the effects of background noise set an upper limit to the distance that can be used in practice.

To simulate likely conditions of use, measurements should be made at a distance similar to that of the listener(s), for example 2 m to 3 m for household sound systems and more than 10 m for sound reinforcement systems, but these distances may still be too large for existing measuring environments, if the difficulties mentioned above are to be avoided. Reducing the measuring distance to overcome these difficulties may result in the microphone being placed in the near field, so that, for example, small changes in microphone position result in large, frequency-dependent changes in sound pressure, due to interference phenomena. These can occur in any multiple-source loudspeaker where the spacing between sources radiating the same frequency is comparable with the measuring distance. If the chosen measuring distance, together with the directional characteristics of the loudspeaker, results in the measurement being made in the near field, where the sound pressure does not vary inversely with the measuring distance, then referring results to another distance, assuming the $1/r$ relationship, may cause significant error. Such calculations may be used, however, for comparison of loudspeakers having very similar directional characteristics, and to facilitate these comparisons it is recommended that the measuring distance should be 0,5 m or an integral number of metres, and that result should be referred to a standard distance of 1 m.

Note. – The calculation of errors due to finite source size and small measuring distance is not often useful, since calculated and observed errors rarely agree.

7.1.1 *Single drive unit loudspeaker*

For this type of loudspeaker, a measuring distance of 1 m from the reference point shall be used, unless there is a good reason to use another value; in any case the distance used shall be stated.

7.1.2 *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 shall be chosen so as to minimize the errors due to this phenomenon.

7.2 Position du haut-parleur dans les conditions de champ diffus

La position du haut-parleur et son orientation par rapport aux parois doivent être spécifiées au moyen d'un schéma annexé aux résultats des mesures.

On peut utiliser un dispositif assurant le déplacement simultané du haut-parleur et du microphone pour l'évaluation de la puissance acoustique fournie par le haut-parleur conformément à la méthode décrite en 22.1.2.2. Le microphone et sa position la plus proche doivent satisfaire aux exigences de l'ISO 3741.

8. Appareils de mesure

Les mesures en champ libre ou en demi-espace doivent être effectuées avec un microphone sensible à la pression dont l'étalonnage est connu. Pour les mesures en champ diffus, on doit utiliser un microphone sensible à la pression d'indice de directivité inférieur à 2 dB. Ces deux exigences doivent être remplies pour toutes les fréquences dans la bande considérée.

Le générateur du signal, l'amplificateur qui alimente le haut-parleur, l'amplificateur du microphone et l'appareil de mesure doivent avoir une réponse amplitude-fréquence connue et constante à $\pm 0,5$ dB près dans le domaine de fréquences utilisé ainsi qu'une non-linéarité d'amplitude négligeable dans les conditions d'essai. Tous les appareils de mesure doivent être sensibles à la valeur efficace et présenter une constante de temps suffisante pour que dans les plus mauvaises conditions l'erreur soit inférieure à 1 dB.

Note. – On recommande d'utiliser une méthode automatique donnant une courbe continue pour la mesure de la réponse en fréquence. Les erreurs dues au choix de la vitesse d'écriture de l'enregistreur de niveau et de la vitesse de balayage en fréquence ne doivent pas dépasser 0,5 dB. La vitesse de balayage et la vitesse d'écriture doivent être indiquées.

9. Précision des mesures acoustiques

Le domaine de fréquences dans lequel l'erreur globale ne dépasse pas ± 2 dB doit être indiqué.

10. Montage des haut-parleurs

10.1 Montage et charge acoustique des haut-parleurs élémentaires

Les caractéristiques d'un haut-parleur élémentaire dépendent des propriétés intrinsèques de ce haut-parleur et de sa charge acoustique. La charge acoustique dépend du montage qui doit être décrit clairement dans la présentation des résultats.

On considère trois types de montages:

- a) écran normalisé ou enceinte spécifiée;
- b) en air libre sans écran ni enceinte;
- c) en demi-espace, le haut-parleur affleurant le plan réfléchissant.

Note. – Les conditions de montage a) se rapprochent des conditions de demi-espace jusqu'à une limite inférieure de fréquence dont la valeur dépend de la distance de mesure choisie. Les mesures effectuées à des fréquences inférieures à cette limite peuvent être utilisées pour des mesures comparatives uniquement.

7.2 Positioning of loudspeaker in diffuse field conditions

The loudspeaker position and orientation with respect to the walls shall be specified 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 according to the method described in 22.1.2.2. The microphone system and the nearest microphone position shall meet the requirements of ISO 3741.

8. Measuring equipment

Measurements in free-field and half space free-field conditions shall be made with 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 response known and constant within $\pm 0,5$ dB in the relevant frequency range and 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 under the worst conditions.

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 shall not exceed 0,5 dB. The writing speeds along both axes shall be stated.

9. Accuracy of acoustical measurement

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

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.

Three types of mounting are considered:

- a) a standard baffle 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.