

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 268-4

Première édition — First edition

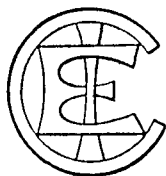
1972

Equipements pour systèmes électroacoustiques

Quatrième partie: Microphones

Sound system equipment

Part 4: Microphones



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 268-4

Première édition — First edition

1972

Équipements pour systèmes électroacoustiques

Quatrième partie: Microphones

Sound system equipment

Part 4: Microphones



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

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
SECTION UN — CONDITIONS DE SPÉCIFICATION ET DE MESURE	
3. Conditions générales	8
3.1 Généralités	8
3.2 Conditions nominales et conditions normales de fonctionnement	10
4. Conditions particulières	12
4.1 Préconditionnement	12
4.2 Source sonore	12
4.3 Microphone étalon	14
4.4 Système de mesure de la tension	14
4.5 Ambiance acoustique	14
4.6 Méthodes d'obtention des courbes de réponse	22
4.7 Exactitude globale	24
SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES À SPÉCIFIER ET MÉTHODES DE MESURE CORRESPONDANTES	
5. Nature du microphone (comportement acoustique)	26
5.1 Principe du transducteur	26
5.2 Type de microphone	26
5.3 Type de courbe de directivité	26
6. Bornes et dispositifs de commande	26
6.1 Repérage	26
7. Point et axe de référence	26
7.1 Point de référence	26
7.2 Axe de référence	26
8. Alimentation	28
8.1 Alimentation nominale	28
9. Impédance électrique	28
9.1 Impédance interne	28
9.2 Impédance nominale	30
9.3 Impédance nominale de charge	30
10. Efficacité	32
10.1 Généralités	32
10.2 Efficacités en fonction de l'ambiance acoustique	34
10.3 Efficacités en fonction de la nature du signal	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7

Clause

1. Scope	9
2. Object	9

SECTION ONE — CONDITIONS FOR SPECIFICATION AND MEASUREMENT

3. General conditions	9
3.1 General	9
3.2 Rated and normal working conditions	11
4. Particular conditions	13
4.1 Pre-conditioning	13
4.2 Sound source	13
4.3 Standard microphone	15
4.4 Voltage measuring system	15
4.5 Acoustical environment	15
4.6 Methods of taking frequency response curves	23
4.7 Overall accuracy	25

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

5. Type description (acoustical behaviour)	27
5.1 Principle of the transducer	27
5.2 Type of microphone	27
5.3 Type of directional response characteristics	27
6. Terminals and controls	27
6.1 Marking	27
7. Reference point and axis	27
7.1 Reference point	27
7.2 Reference axis	27
8. Power supply	29
8.1 Rated power supply	29
9. Electrical impedance	29
9.1 Internal impedance	29
9.2 Rated impedance	31
9.3 Rated load impedance	31
10. Sensitivity	33
10.1 General	33
10.2 Sensitivities with respect to acoustical environment	35
10.3 Sensitivities with respect to nature of signal	39

Articles	Pages
11. Tension de sortie	42
11.1 Généralités	42
11.2 Tension nominale de sortie	44
12. Réponse	46
12.1 Réponse en fréquence	46
12.2 Gamme utile de fréquences	46
13. Caractéristiques directionnelles	48
13.1 Diagramme directionnel	48
13.2 Indice de directivité	50
13.3 Indice d'efficacité avant-arrière en champ libre (0°–180°)	52
13.4 Indice d'efficacité avant-arrière en champ semi-diffus	52
13.5 Indice de réduction de bruit	54
14. Caractéristiques limites	56
14.1 Pression acoustique de crête maximale admissible	56
14.2 Pression acoustique limite	56
15. Bruit	56
15.1 Niveau nominal de pression acoustique équivalent au bruit propre	56
16. Conditions ambiantes	58
16.1 Gamme de pressions ambiantes	58
16.2 Gamme de températures	58
16.3 Gamme d'humidités relatives	58
17. Influences extérieures	58
17.1 Généralités	58
17.2 Pression acoustique équivalente due à un champ magnétique extérieur alternatif	60
17.3 Pression acoustique équivalente due aux vibrations mécaniques	62
17.4 Pression acoustique équivalente due au vent	62
18. Champ magnétique de dispersion	66
18.1 Champ magnétique de dispersion perturbateur	66
19. Caractéristiques physiques	66
19.1 Dimensions	66
19.2 Masse	66
19.3 Connexions	66

SECTION TROIS — CLASSIFICATION

20. Classification des caractéristiques à spécifier	68
20.1 Généralités	68
20.2 Classification	68

Clause		Page
11.	Output voltage	43
11.1	General	43
11.2	Rated output voltage	45
12.	Response	47
12.1	Frequency response	47
12.2	Effective frequency range	47
13.	Directional characteristics	49
13.1	Directional pattern	49
13.2	Front-to-random sensitivity index	51
13.3	Front-to-rear sensitivity index (0°–180°)	53
13.4	Front-random to rear-random sensitivity index	53
13.5	Noise cancelling index	55
14.	Limiting characteristics	57
14.1	Maximum safe peak sound pressure	57
14.2	Overload sound pressure	57
15.	Noise	57
15.1	Rated equivalent sound pressure level due to inherent noise	57
16.	Ambient conditions for proper operation	59
16.1	Pressure range	59
16.2	Temperature range	59
16.3	Relative humidity range	59
17.	External influences	59
17.1	General	59
17.2	Equivalent sound pressure due to external magnetic fields of power supply frequency	61
17.3	Equivalent sound pressure due to mechanical vibration	63
17.4	Equivalent sound pressure due to wind	63
18.	Magnetic stray field	67
18.1	Interfering magnetic stray field	67
19.	Physical characteristics	67
19.1	Dimensions	67
19.2	Weight	67
19.3	Cable assemblies	67
SECTION THREE — CLASSIFICATION		
20.	Classification of the characteristics to be specified	69
20.1	General	69
20.2	Classification	69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES

Quatrième partie : Microphones

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 cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 29B: Technique acoustique, du Comité d'Etudes N° 29 de la CEI: Electroacoustique. Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Stockholm en 1964 et à Vedbaek en 1968. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1969.

Lors de la réunion tenue à Stresa en 1969, il fut décidé d'inclure quelques modifications à ce projet. Ces modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en septembre 1970.

Les articles concernant l'efficacité caractéristique (article 10.3.2) et l'efficacité caractéristique pour l'énergie de la parole (article 10.3.3) furent traités séparément et discutés lors de la réunion tenue à Stresa en 1970, à la suite de quoi un projet définitif de ces articles fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1970.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Norvège
Australie	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Corée (République de)	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Hongrie	Union des Républiques
Israël	Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOUND SYSTEM EQUIPMENT

Part 4: Microphones

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 29B, Audio Engineering, of IEC Technical Committee No. 29, Electro-acoustics. Drafts were discussed at the meetings held in Stockholm in 1964 and in Vedbaek in 1968. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1969.

During the meeting held in Stresa in 1969, it was decided that some amendments should be included in the draft. These amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in September 1970.

Clauses 10.3.2 and 10.3.3 on characteristic sensitivity were dealt with separately and discussed at the meeting held in Stresa in 1970, as a result of which a final draft of these clauses was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1970.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Norway
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet Socialist
Israel	Republics
Italy	United Kingdom
Korea (Republic of)	United States of America

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES

Quatrième partie : Microphones

1. Domaine d'application

Ces recommandations s'appliquent aux microphones pour systèmes électroacoustiques appartenant tant au domaine professionnel qu'au domaine «grand public».

Les microphones, tels qu'il faut les entendre dans la présente recommandation, doivent comprendre les dispositifs, s'ils existent, tels que transformateurs, préamplificateurs, ou autres éléments formant partie intégrante du microphone, jusqu'aux bornes de sortie spécifiées par le constructeur.

Pour les microphones stéréophoniques, il y a lieu de donner les caractéristiques relatives aux deux éléments.

2. Objet

Cette publication donne des recommandations relatives aux caractéristiques à spécifier et aux méthodes de mesure concernant les microphones pour systèmes électroacoustiques, tels que les microphones à large bande, les microphones normalement utilisés pour la parole et les microphones de proximité.

En général, les méthodes de mesures recommandées sont celles qui sont considérées comme étant le plus directement en rapport avec les définitions.

Ceci n'exclut pas l'utilisation d'autres méthodes qui fourniraient des résultats équivalents.

Les méthodes permettant d'obtenir un étalonnage primaire absolu sont à l'étude.

SECTION UN — CONDITIONS DE SPÉCIFICATION ET DE MESURE

3. Conditions générales

3.1 Généralités

On se référera à la Publication 268-1 de la CEI: Equipements pour systèmes électroacoustiques, Première partie: Généralités, en ce qui concerne:

- les unités et le système de mesure;
- les fréquences de mesure;
- les quantités à spécifier et leurs tolérances (voir aussi paragraphe 4.7);
- le repérage (voir aussi paragraphe 6.1);
- les conditions ambiantes (voir aussi article 16);
- les filtres, les réseaux et les appareils de mesure pour la spécification et la mesure du bruit;
- les spécifications individuelles et les spécifications de série;

SOUND SYSTEM EQUIPMENT

Part 4: Microphones

1. Scope

These recommendations apply to sound system microphones in both professional and domestic applications.

The microphones shall be understood to include devices, if any, such as transformers, pre-amplifiers, or other elements which form an integral part of the microphone, up to the output terminals specified by the manufacturer.

For stereo microphones the data for both sections should be given.

2. Object

This publication gives recommendations relative to the characteristics to be specified and the methods of measurement for sound system microphones, such as wide band microphones, microphones used normally for speech and close talking microphones.

In general, the methods of measurement recommended are those which are seen to be the most directly related to the characteristics.

This does not exclude the use of other methods, which will give equivalent results.

Methods for securing absolute primary calibration are under consideration.

SECTION ONE — CONDITIONS FOR SPECIFICATION AND MEASUREMENT

3. General conditions

3.1 General

Reference is made to IEC Publication 268-1, Sound system equipment, Part 1: General, as concerns:

- Units and system of measurement;
- Frequencies of measurement;
- Quantities to be specified and their accuracy (see also Sub-clause 4.7);
- Marking (see also Sub-clause 6.1);
- Ambient conditions (see also Clause 16);
- Filters, networks and measuring instruments for noise specification and measurement;
- Individual specification and type specification;

- la représentation graphique des données;
- les échelles pour la représentation graphique des données;
- la sécurité du personnel et protection contre le feu;
- la méthode de production d'un champ magnétique alternatif uniforme;
- la bobine exploratrice pour la mesure de l'intensité du champ magnétique.

3.2 Conditions nominales et conditions normales de fonctionnement

3.2.1 Introduction

Pour faciliter la spécification des conditions dans lesquelles les microphones doivent être mesurés ou vérifiés, certains groupes de conditions ont été définis dans la présente recommandation sous les titres respectifs de conditions nominales et de conditions normales de fonctionnement.

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

- l'impédance nominale;
- l'impédance nominale de charge;
- l'alimentation nominale;
- l'efficacité nominale.

Les données ci-dessus doivent être prises dans les spécifications des constructeurs afin d'obtenir des conditions correctes de mesure. Ces données ne sont pas elles-mêmes sujettes à des mesures, mais elles constituent des bases pour mesurer les autres caractéristiques.

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

- la tension nominale de sortie;
- le niveau nominal de pression acoustique équivalente au bruit propre.

Des méthodes de mesure sont spécifiées pour l'impédance électrique, l'efficacité, les caractéristiques de directivité, la dynamique et les influences extérieures.

Pour déterminer l'efficacité d'un microphone, on décrit une méthode d'étalonnage secondaire, utilisant un microphone étalon de laboratoire sensible à la pression et étalonné.

3.2.2 Conditions nominales

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

- le microphone doit être relié à l'impédance nominale de charge;
- le microphone doit être alimenté à la puissance nominale d'alimentation si cet appareil doit recevoir une alimentation;
- le microphone (à l'exception des microphones paraphoniques) doit être placé dans un champ libre d'ondes planes, les ondes ayant une incidence de zéro degré par rapport à la direction de référence;
- la pression acoustique non perturbée (en l'absence de microphone) dans le champ acoustique au point de référence du microphone doit être réglée à une pression de forme sinusoïdale de 0,2 Pa (niveau de pression de 80 dB);

- Graphical presentation;
- Scales for graphical presentation;
- Personal safety and prevention of spread of fire;
- Method of producing a uniform alternating magnetic field;
- Search coil for measuring the magnetic field strength.

3.2 *Rated and normal working conditions*

3.2.1 *Introduction*

For convenience in specifying how microphones are to be set up for measurement or verification, certain sets of conditions have been defined in this Recommendation under the titles of rated conditions and normal working conditions, respectively.

Four ratings are basic to the formulation of these concepts:

- rated impedance;
- rated load impedance;
- rated power supply;
- rated sensitivity.

To obtain the correct conditions for measurement, the above-mentioned ratings shall be taken from the manufacturer's specification. These ratings themselves are not subject to measurement but they constitute the basis for measuring the other characteristics.

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

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

Measuring methods are specified for the electrical impedance, sensitivity, directional response pattern, dynamic range and external influences.

For obtaining the sensitivity of a microphone, the secondary calibration method, using a calibrated laboratory standard pressure microphone, is described.

3.2.2 *Rated conditions*

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

- microphone connected to rated load impedance;
- if the microphone needs a power supply, this should be the rated power supply.
- the microphone (except the close-talking microphone) should be placed in a plane-wave-free sound field, the waves having zero degree incidence with respect to the reference direction;
- the undisturbed sound pressure (in the absence of the microphone) in the sound field at the reference point of the microphone, shall be adjusted to a sinusoidal pressure of 0.2 Pa (pressure level of 80 dB);

- en ce qui concerne les microphones paraphoniques, le microphone doit être placé à une distance spécifiée de la bouche artificielle, inférieure ou égale à 50 mm, comme il est spécifié dans la présente recommandation (au paragraphe 10.3.3), la pression acoustique non perturbée étant sinusoïdale et réglée à 3 Pa (niveau de pression de 104 dB) au point de référence du microphone;
- les commandes éventuelles doivent être réglées pour obtenir la réponse en fréquence la plus horizontale possible et l'efficacité maximale;
- sauf spécification contraire, la fréquence de mesure doit être la fréquence normalisée de 1 000 Hz (voir Publication 268-1 de la CEI);
- la pression ambiante, l'humidité relative et la température ambiante doivent être situées dans les limites fixées par la Publication 268-1 de la CEI et à l'article 16 et doivent être spécifiées.

3.2.3 Conditions normales de fonctionnement

Sauf spécification contraire, les mesures doivent être effectuées dans les conditions normales de fonctionnement.

Un microphone est considéré comme placé dans «les conditions normales de fonctionnement» lorsque les conditions suivantes sont remplies:

- les connexions, les impédances, les conditions ambiantes et les champs acoustiques doivent être semblables à ceux fixés pour les conditions nominales;
- le niveau de pression acoustique doit correspondre à une pression acoustique sinusoïdale et doit être inférieur de 10 dB au niveau de pression acoustique fixé pour les conditions nominales;
- le niveau de pression acoustique doit être réglé à la fréquence spécifiée pour les conditions nominales, sauf spécification contraire;
- le réglage des commandes doit être effectué comme pour les conditions nominales, sauf spécification contraire;
- l'angle d'incidence doit être de zéro degré comme pour les conditions nominales, sauf spécification contraire.

4. Conditions particulières

4.1 Préconditionnement

Un microphone comprenant un préamplificateur doit être mis sous tension pendant la durée spécifiée par le constructeur avant que les mesures ne soient faites, afin de permettre aux composants d'atteindre la température prévue pour les conditions normales de fonctionnement. Si aucune durée n'est précisée, une période d'une heure doit être alors prévue pour la stabilisation.

4.2 Source sonore

La source sonore doit être en mesure de produire à l'emplacement du microphone un niveau de pression acoustique tel qu'il est défini pour les conditions nominales ou les conditions normales de fonctionnement. Sauf spécification contraire, la mesure doit être effectuée dans l'un ou l'autre groupe de ces conditions. La non-linéarité d'amplitude du champ acoustique doit être maintenue à une valeur telle que son influence sur la réponse mesurée ne dépasse pas 0,5 dB; si les conditions de mesure excluent la possibilité de maintenir une distorsion suffisamment faible, il est possible d'utiliser un filtre à bande étroite à la sortie du microphone, ce qui permet de mesurer la réponse pour la fréquence fondamentale.

- for close-talking microphones, the microphone shall be placed at a stated distance, no more than 50 mm from the artificial mouth, as referred to in this Recommendation (Sub-clause 10.3.3), the undisturbed sound-pressure being sinusoidal and adjusted to 3 Pa (a pressure level of 104 dB) at the reference point of the microphone;
- controls, if any, set to such position that the most flat frequency response and maximum sensitivity is obtained;
- in the absence of a clear reason to the contrary, the frequency shall be the standard frequency of 1000 Hz (see IEC Publication 268-1);
- the ambient pressure, the relative humidity and the ambient temperature should be within the limits given in IEC Publication 268-1 and Clause 16 and should be stated.

3.2.3 *Normal working conditions*

Unless otherwise stated, the measurements shall be made under normal working conditions.

The microphone will be understood to be working under “normal working conditions”, when the following conditions are fulfilled:

- connections, impedances, ambient conditions and sound fields as for rated conditions;
- the sound pressure level shall correspond to a sinusoidal sound pressure and shall be 10 dB below the sound pressure level for rated conditions;
- the sound pressure level shall be adjusted at the frequency specified for rated conditions, unless otherwise stated;
- setting of the controls as for rated conditions, unless otherwise specified;
- the angle of incidence shall be zero degrees as for rated conditions, unless otherwise specified.

4. **Particular conditions**

4.1 *Pre-conditioning*

A microphone having a preamplifier shall be switched on for the period of time specified by the manufacturer, before measurements are made, to allow the components to reach the temperature for normal working conditions. If no period is specified, then a period of one hour shall be allowed for stabilisation.

4.2 *Sound source*

The sound source shall be capable of producing at the microphone position the sound pressure level as defined for either rated or normal working conditions. Unless otherwise specified, measurement shall be made under one of these conditions as appropriate. Amplitude non-linearity of the sound field shall be held to such a value that the effect on the measured response shall not exceed 0.5 dB; if conditions of measurement preclude the possibility of securing sufficiently low distortion, a narrow-band filter may be used, following the microphone terminals, which will allow the response to the fundamental frequency to be measured.

Pour les étalonnages en champ acoustique, il est recommandé de placer la source sonore (haut-parleur) dans une enceinte qui rayonne le son uniquement à partir d'une ouverture bien définie.

4.3 *Microphone étalon*

Un microphone étalon de laboratoire sensible à la pression et étalonné doit être utilisé pour mesurer la pression acoustique.

4.3.1 *Exactitude du microphone étalon*

Le microphone étalon doit être étalonné avec une exactitude de ± 1 dB, ou mieux.

4.4 *Système de mesure de la tension*

La force électromotrice engendrée par le microphone, lorsqu'il est placé dans un champ acoustique, peut être déterminée par l'une des méthodes suivantes:

- a) mesure de la tension en circuit ouvert du microphone, en utilisant un voltmètre ayant une impédance d'entrée au moins égale à 30 fois l'impédance nominale du microphone
- b) ou dans le cas d'un microphone à haute impédance, en utilisant la méthode d'insertion de tension.

Note. — La méthode d'insertion de tension (appelée aussi méthode de substitution) est utilisée pour déterminer pour un microphone chargé électriquement, la tension qu'il aurait en circuit ouvert. Considérons un microphone, fournissant une certaine tension en circuit ouvert, qui débite sur une impédance de charge. Pour mesurer la tension en circuit ouvert, on connecte, en série avec le microphone, une impédance petite comparativement à l'impédance de charge, et aux bornes de laquelle on applique une tension d'étalonnage. On applique alternativement une pression acoustique et une tension d'étalonnage de même fréquence. Lorsque la tension d'étalonnage est réglée de telle sorte que l'on obtienne la même tension aux bornes de l'impédance de charge que celle résultant de l'application de la pression acoustique sur le microphone, la tension en circuit ouvert sera égale à la tension d'étalonnage.

4.5 *Ambiance acoustique*

4.5.1 *Généralités*

Les microphones peuvent être mesurés dans différentes conditions d'ambiance acoustique:

— Placé dans un champ acoustique:

a) *En champ libre*

- soit d'ondes sphériques,
- soit d'ondes planes,
- soit d'ondes produites par une source spécifiée (bouche artificielle);

b) *En champ diffus*

— Couplé à une source par l'intermédiaire d'une cavité de faible volume (coupleur).

For field calibrations it is recommended that the sound source (loudspeaker) be contained in an enclosure which radiates sound from one well-defined opening only.

4.3 *Standard microphone*

A calibrated laboratory standard pressure microphone shall be used to measure the sound pressure.

4.3.1 *Accuracy of standard microphone*

The standard microphone should be calibrated with an accuracy of ± 1 dB, or better.

4.4 *Voltage measuring system*

The electromotive force (e.m.f.) generated by the microphone, when in a sound field, may be determined by one of the following methods:

- a) by measuring the open-circuit voltage of the microphone using a voltmeter with an input impedance of at least 30 times the rated impedance of the microphone; or
- b) in case of a high impedance microphone, by using the insert voltage technique.

Note. — The insert voltage technique (also referred to as the substitution method) is used to determine the open-circuit voltage of a microphone when it is electrically loaded. Let a microphone, having a certain open-circuit voltage, be connected to a load impedance. To measure the open-circuit voltage, an impedance, small compared with the load impedance, is connected in series with the microphone, and a calibrating voltage applied across it. Let a sound pressure and a calibrating voltage of the same frequency be applied alternately. When the calibrating voltage is adjusted until it gives the same voltage across the load impedance as results from the sound pressure on the microphone, the open-circuit voltage will be equal in magnitude to the calibrating voltage.

4.5 *Acoustical environment*

4.5.1 *General*

The microphone can be measured in different acoustical ambient conditions:

— Placed in an acoustic field:

a) *In free field*

- spherical waves, or
- plane waves, or
- waves produced by specified sound source (artificial mouth);

b) *In diffuse field*

— Coupled to a sound source by means of a small cavity (coupler).

4.5.2 Microphone placé dans un champ acoustique

a) Conditions de champ libre

Une onde sonore en champ libre a toujours un caractère de divergence. Dans certaines conditions, on peut l'assimiler approximativement à une onde plane idéale.

Les conditions de champ libre peuvent être réalisées:

- soit en plein air; toutefois, le bruit ambiant et le vent constituent souvent un empêchement majeur,
- soit en chambre anéchoïque,
- soit dans un conduit.

Une source sonore de faibles dimensions par rapport à la longueur d'onde engendre une onde sphérique dans les conditions d'environnement décrites ci-dessus.

Une onde sphérique peut être assimilée approximativement à une onde plane dans une zone de mesure située à une distance suffisamment éloignée de la source.

Aux fréquences basses, il devient difficile de réaliser les conditions d'ondes planes dans une chambre anéchoïque. Une onde plane, dans la gamme des fréquences basses, inférieure à la fréquence de coupure de la chambre anéchoïque, peut toutefois être réalisée dans de meilleures conditions en utilisant un conduit.

On peut définir autour du microphone à mesurer une zone de mesure dans les limites de laquelle les conditions d'ondes planes ou d'ondes sphériques sont suffisamment approchées pour ne pas s'écarter de plus de ± 1 dB des conditions d'ondes idéales.

Ondes sphériques

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

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

Lorsque, soit la périphérie de la surface de radiation de la source, soit la périphérie de la principale entrée acoustique du microphone dépasse la longueur d'onde, ce calcul n'est valable que lorsque la distance de mesure satisfait les relations suivantes:

$$r \geq d$$

$$r \geq \frac{d^2}{\lambda}$$

où: r = la distance entre la source et le point de mesure

d = le diamètre effectif de la source

λ = la longueur d'onde

4.5.2 Microphone placed in an acoustic field

a) Free-field conditions

A free-field sound wave is always divergent in character. In certain circumstances it may approximate an ideal plane wave.

Free-field conditions can be obtained:

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

A sound source of small dimensions with respect to the wave-length produces a spherical wave in this environment.

The spherical wave can be approximated to a plane wave in a region of measurement located at a sufficient distance from the source.

At low frequencies, it becomes difficult to realize plane wave conditions in an anechoic room. A plane wave at low frequencies, below the cut-off frequency of the anechoic room, may therefore better be realized in a duct.

A region around the microphone can be defined where the errors due to the departure from either plane or spherical waves do not exceed ± 1 dB compared with the ideal conditions.

Spherical waves

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

The response of the microphone will vary inversely with the distance between the source and the microphone when the relevant dimensions of both are small compared with the wave-length, allowing the results from the measurements made at a certain distance r to be computed to the reference distance.

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

$$r \geq d$$

$$r \geq \frac{d^2}{\lambda}$$

where: r = distance from the source to the measuring point

d = effective diameter of the sound source

λ = sound wave-length

Tandis que les ondes sphériques conviennent pour mesurer les microphones à pression, il est nécessaire d'utiliser des ondes planes presque parfaites pour mesurer les caractéristiques des microphones à gradient de pression dans la gamme des fréquences basses.

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

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

où: $1 - B$ = la contribution de la composante de pression
 B = la contribution de la composante à gradient de pression
 $k = 2\pi/\lambda$ ou $2\pi f/c$
 $B = 0$ pour le type omnidirectionnel à pression
 $B = 0,5$ pour le type cardioïde
 $B = 1$ pour le type bidirectionnel à gradient de pression

La réponse, exprimée en décibels, d'un microphone du type cardioïde en fonction du paramètre kr et de l'angle θ peut être déduite du tableau suivant:

TABLEAU I

$\theta \backslash kr$	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10	∞
0°	+14,2	+8,6	+3,0	+1,0	+0,3	+0,0	+0,0	0
45°	+11,1	+5,8	+0,9	-0,7	-1,2	-1,4	-1,4	-1,4
90°	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0
135°	+10,9	+4,9	-2,8	-8,4	-12,7	-15,6	-16,2	-16,5
180°	+14,0	+8,0	0	-6,0	-12,0	-20,0	-26,0	$-\infty$

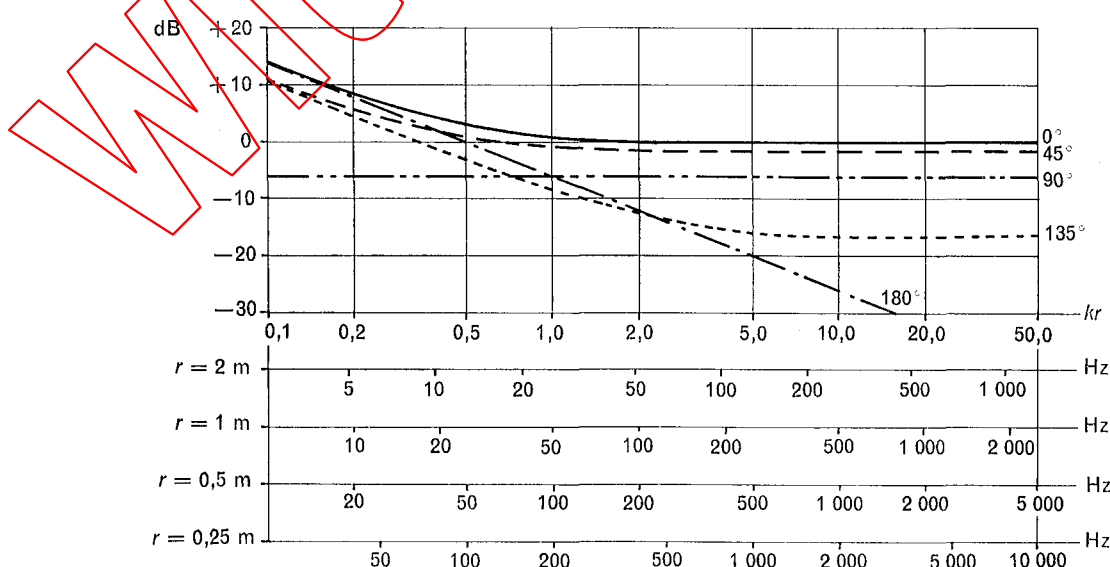


FIGURE 1

Spherical waves can be used to measure pressure microphones but it is necessary to use almost perfect plane waves in the low frequency range for the measurement of pressure gradient microphones.

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

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

where: $1 - B$ = contribution of pressure component

B = contribution of pressure gradient component

$k = 2\pi/\lambda$ or $2\pi f/c$

$B = 0$ for the omnidirectional pressure type

$B = 0.5$ for the cardioid type

$B = 1$ for the bidirectional pressure gradient type

The response, expressed in decibels, of a cardioid type microphone as a function of the parameter kr and the angle θ can be taken from the following table:

TABLE I

$\theta \backslash kr$	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0	10	∞
0°	+14.2	+8.6	+3.0	+1.0	+0.3	+0.0	+0.0	0
45°	+11.1	+5.8	+0.9	-0.7	-1.2	-1.4	-1.4	-1.4
90°	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0
135°	+10.9	+4.9	-2.8	-8.4	-12.7	-15.6	-16.2	-16.5
180°	+14.0	+8.0	0	-6.0	-12.0	-20.0	-26.0	$-\infty$

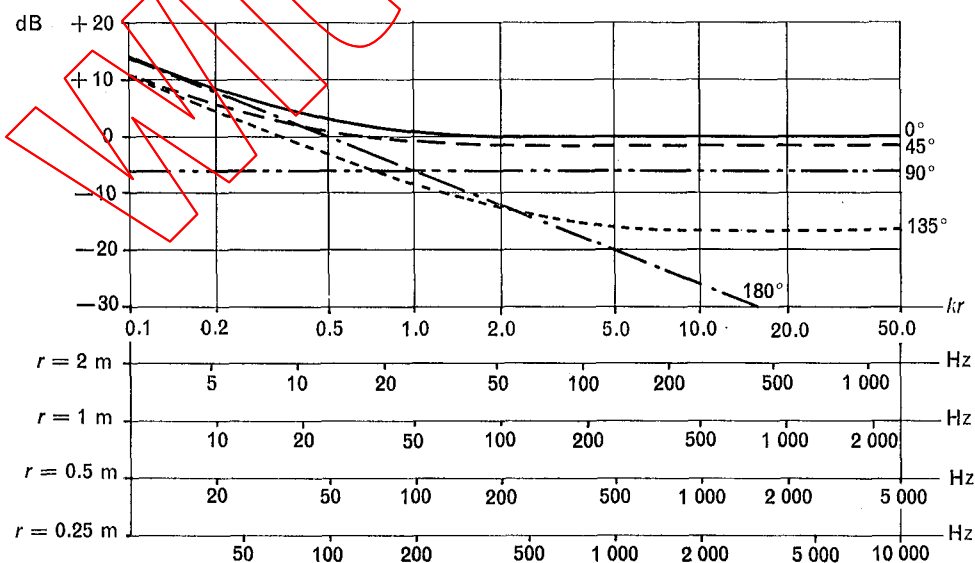


FIGURE 1

Onde progressive plane

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

1. Dans un conduit

On peut obtenir une onde progressive plane dans un conduit, mais il est à noter que de nombreux problèmes sont à résoudre comme la réalisation de l'impédance terminale, la manière d'éviter les ondes transversales, la forme du front d'onde initial et les dimensions relatives du conduit et du microphone.

2. En champ libre

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

Utilisation d'une bouche artificielle

Pour simuler les conditions pratiques d'ambiance en champ libre pour des microphones qui sont destinés à fonctionner à proximité de la bouche, il est nécessaire d'introduire un obstacle ayant la forme de la tête humaine lorsqu'on mesure de tels microphones à l'aide d'une bouche artificielle.

La bouche artificielle utilisée pour les mesures et les conditions requises pour son emploi sont en cours d'étude.

b) Champ diffus

Certaines mesures peuvent être effectuées dans un champ diffus, dans lequel les ondes acoustiques se propagent avec une incidence erratique. On utilise alors comme signal des bandes de bruit d'un tiers d'octave de largeur.

Un champ acoustique diffus peut être approximativement réalisé dans une chambre réverbérante, caractérisée par une durée de réverbération suffisamment élevée, à une distance suffisamment éloignée de la source et des murs, et au-dessus d'une fréquence limite (voir également la Publication R 354 de l'ISO: Mesure des coefficients d'absorption en chambre réverbérante).

La durée de réverbération T de la chambre vide doit être supérieure

à	5 s	5 s	5 s	4,5 s	3,5 s	2 s
à	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz

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

$$f > 125 \left(\frac{180}{V} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ Hz}$$

où: V = le volume de la chambre, exprimé en mètres cubes.

Plane progressive waves

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

1. In a duct

It must be noted that there are many problems to be solved such as the design of the terminating impedance, the avoidance of cross-modes, the shape of the original wave front and the relative dimensions of the duct and the microphone.

2. In a free field

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

Use of an artificial mouth

In order that the conditions of test may be similar to those of actual use, it is necessary to introduce an obstacle in the shape of a human head when measuring close talking microphones by means of an artificial mouth.

The artificial mouth used for the measurements and the conditions required for its use are under consideration.

b) Diffuse field

Some measurements can be made in a diffuse field in which sound waves are propagated with random incidence. In this case, bands of noise of third octave width shall be used as the signal.

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

The reverberation time T of the empty room shall exceed

at	5 s	5 s	5 s	4.5 s	3.5 s	2 s
at	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz

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

$$f > 125 \left(\frac{180}{V} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ Hz}$$

where: V = the volume of the room in cubic metres.