NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
1183

Première édition
First edition
1994-05

Electroacoustique – Etalonnage des sonomètres sous incidence aléatoire et en champ diffus

Electroacoustics – Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1183: 1994

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
  Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique,* la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles,* et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas.*

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams.*

* See web site address on title page.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
1183

Première édition
First edition
1994-05

Electroacoustique – Etalonnage des sonomètres sous incidence aléatoire et en champ diffus

Electroacoustics – Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters

© CEI 1994 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 Varembé Genève, Suisse

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE S

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

1 Domaine d'application 6

2 Références normatives 6

3 Définitions 8

4 Méthode d'étalonnage à partir de mesures en champ libre 10

5 Méthode d'étalonnage à partir de mesures en champ diffus 16

Annexes

A Méthode pratique d'étalonnage à partir de mesures en champ libre 20

B Méthode pratique d'étalonnage à partir de mesures en champ diffus 34

Tableaux

A.1 Facteurs d'ajustement $K(\phi)$ pour le calcul du niveau de sensibilité sous incidence aléatoire 26

B.1 Caractéristiques du microphone de modèle LS2aP/LS2F 38

Figures

1 Système de coordonnées de référence pour la détermination du niveau de sensibilité sous incidence aléatoire, à partir des mesures en champ libre 12

2 Système de coordonnées de référence pour la détermination pratique du niveau de sensibilité sous incidence aléatoire, à partir des mesures en champ libre 14

A.1 Sonomètre avec son microphone positionné au centre d'une sphère et la direction de référence du son incident alignée avec l'axe des X 22

A.2 Sonomètre en essai monté sur une table tournante pour obtenir l'incidence acoustique suivant différentes directions dans le plan des X-Y 22

A.3 Méthode simulant la rotation dans le plan des X-Z par une rotation de 90° du sonomètre en essai autour d'un axe coïncidant avec sa direction de référence suivie d'une rotation dans le plan des X-Y comme dans la figure A.2 24

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

1 Scope 7

2 Normative references 7

3 Definitions 9

4 Calibration method based on free-field measurements 11

5 Calibration method based on diffuse-field measurements 17

Annexes

A Practical calibration method based on free-field measurements 21

B Practical calibration method based on diffuse-field measurements 35

Tables

A.1 Adjustment factors $K(\phi)$ for calculation of random-incidence sensitivity level 27

B.1 Characteristics of a type LS2aP/LS2F microphone 39

Figures

1 Reference coordinate system for random-incidence sensitivity level calibration based on free-field measurements 13

2 Reference coordinate system for the purpose of practical measurement of random-incidence sensitivity level based on free-field measurements 15

A.1 A sound level meter located with its microphone at the centre of a sphere and a reference direction for sound incidence aligned with the X-axis 23

A.2 A sound level meter under test mounted on a turntable to obtain incidence of sound from different directions in the X-Y plane 23

A.3 Method of simulating rotation in the X-Z plane by 90° rotation of the sound level meter under test around an axis coincident with the reference direction, and then rotation around a circle in the X-Y plane as in figure A.2 25

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLECTROACOUSTIQUE – ÉTALONNAGE DES SONOMÈTRES SOUS INCIDENCE ALÉATOIRE ET EN CHAMP DIFFUS

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales 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.

La Norme internationale CEI 1183 a été établie par le comité d'études 29 de la CEI: Electroacoustique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
29(BC)167	29(BC)212

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 annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROACOUSTICS – RANDOM-INCIDENCE AND DIFFUSE-FIELD CALIBRATION OF SOUND LEVEL METERS

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 cooperation 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, 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.
3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

International Standard IEC 1183 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

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

DIS	Report on voting
29(CO)167	29(CO)212

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

Annexes A and B are for information only.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ÉLECTROACOUSTIQUE – ÉTALONNAGE DES SONOMÈTRES SOUS INCIDENCE ALÉATOIRE ET EN CHAMP DIFFUS

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale décrit une méthode d'étalonnage en champ libre pour déterminer les niveaux de sensibilité sous incidence aléatoire des sonomètres. En outre, elle décrit une méthode d'étalonnage en champ diffus pour déterminer les niveaux de sensibilité en champ diffus.

1.2 Pour les besoins de la présente Norme internationale, le niveau de sensibilité en champ diffus et le niveau de sensibilité sous incidence aléatoire sont interchangeables. La sélection de la méthode d'étalonnage dépend des possibilités.

1.3 Les résultats des étalonnages menés conformément à cette norme dépendent des parties du sonomètre exposées au champ acoustique.

1.4 Pour les besoins de la présente norme, un sonomètre est considéré comme étant un sonomètre classique, un sonomètre intégrateur-moyenneur, ou tout autre système de mesure acoustique.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur.

CEI 50(801): 1992, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 801: Acoustique et électroacoustique*

CEI 651: 1979, *Sonomètres*

CEI 804: 1985, *Sonomètres intégrateurs-moyenneurs*

CEI 1094-1: 1992, *Microphones de mesure – Partie 1: Spécifications des microphones étalons de laboratoire*

CEI 1260: 199X, *Electroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave* (en préparation)

ISO 266: 1975, *Acoustique – Fréquences normales pour les mesurages* (en révision)

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*

ISO 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.*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ELECTROACOUSTICS – RANDOM-INCIDENCE AND DIFFUSE-FIELD CALIBRATION OF SOUND LEVEL METERS

1 Scope

1.1 This International Standard describes a free-field calibration method for determining random-incidence sensitivity levels of sound level meters. Additionally, the standard describes a diffuse-field calibration method for determining diffuse-field sensitivity levels.

1.2 For the purpose of this International Standard, diffuse-field sensitivity level may be used interchangeably with random-incidence sensitivity level. Selection of calibration method depends on the facility available.

1.3 Results of calibrations conducted in accordance with this standard depend upon which components of a sound level meter are exposed to the sound field.

1.4 For the purpose of this standard, a sound level meter is considered to be a conventional sound level meter, an integrating-averaging sound level meter, or any other sound measuring system.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(801): 1992, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 801: Acoustics and electroacoustics*

IEC 651: 1979, *Sound level meters*

IEC 804: 1985, *Integrating-averaging sound level meters*

IEC 1094-1: 1992, *Measurement microphones – Part 1: Specifications for laboratory standard microphones*

IEC 1260: 199X, *Electroacoustics – Octave-band and fractional octave-band filters* (in preparation)

ISO 266: 1975, *Acoustics – Preferred frequencies for measurements* (revision in preparation)

ISO 3741: 1988, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms*

ISO 3745: 1977, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3 Définitions

3.1 Pour les définitions des termes de cette Norme internationale, il convient de se référer à la CEI 50(801). Certains termes additionnels sont définis ci-dessous pour les besoins de cette norme.

3.2 **direction de référence:** Direction de l'incidence acoustique spécifiée par le constructeur pour le contrôle du niveau de sensibilité en champ libre et des caractéristiques de directivité d'un sonomètre.

3.3 **champ acoustique d'incidence aléatoire:** Pour un emplacement donné et pour une fréquence donnée ou une bande de fréquences centrée sur cette fréquence, un champ acoustique composé d'ondes acoustiques en champ libre de même niveau arrivant successivement de toutes les directions avec une égale probabilité.

3.4 **champ acoustique diffus:** A un emplacement donné et pour une fréquence donnée ou une bande de fréquences centrée sur cette fréquence, champ acoustique composé d'ondes acoustiques de même niveau arrivant plus ou moins simultanément de toutes les directions avec une égale probabilité.

3.5 **niveau de sensibilité sous incidence aléatoire:** Pour un sonomètre et pour une fréquence donnée ou une bande de fréquences centrée sur cette fréquence, écart, exprimé en décibels, entre le niveau moyen de la pression acoustique indiqué par l'instrument soumis à un champ acoustique d'incidence aléatoire, et le niveau moyen de la pression acoustique existant à l'emplacement du centre acoustique du microphone produit par les ondes acoustiques provenant de la même source, mais en l'absence de l'instrument.

3.6 **niveau de sensibilité en champ diffus:** Pour un sonomètre et pour une fréquence donnée ou une bande de fréquences centrée sur cette fréquence, écart, exprimé en décibels, entre le niveau moyen de la pression acoustique indiqué par l'instrument soumis à un champ acoustique diffus, et le niveau moyen de la pression acoustique produit par le champ acoustique à l'emplacement du centre acoustique du microphone, mais en l'absence de l'instrument.

3.7 **niveau de sensibilité en champ libre:** Pour un sonomètre et pour une fréquence donnée ou une bande de fréquences centrée sur cette fréquence, écart, exprimé en décibels, entre le niveau de pression acoustique indiqué par l'instrument soumis à un champ acoustique en champ libre se propageant suivant une direction spécifiée, et le niveau de pression acoustique existant à l'emplacement du centre acoustique du microphone, mais en l'absence de l'instrument.

3.8 **niveau de sensibilité en pression:** Pour un sonomètre et pour une fréquence donnée ou une bande de fréquences centrée sur cette fréquence, écart, exprimé en décibels, entre le niveau de pression acoustique indiqué par l'instrument soumis à une pression acoustique appliquée uniformément sur la surface de la membrane du microphone, et le niveau de pression acoustique réellement appliqué sur la membrane.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3 Definitions

3.1 For the definitions of terms used in this International Standard, reference should be made to IEC 50(801). Certain additional terms are defined below for the purpose of this standard.

3.2 **reference direction:** The direction of sound incidence specified by the manufacturer for testing the free-field sensitivity level and directional characteristics of a sound level meter.

3.3 **random incidence sound field:** At a given location and for a given frequency or frequency band centered on that frequency, a sound field consisting of free sound waves arriving successively from all directions with equal probability and level.

3.4 **diffuse sound field:** At a given location and for a given frequency or frequency band centred on that frequency, a sound field consisting of sound waves arriving more or less simultaneously from all directions with equal probability and level.

3.5 **random-incidence sensitivity level:** In decibels, of a sound level meter, for a given frequency or frequency band centred on that frequency, the time-average sound pressure level indicated by the instrument due to a random incidence sound field, minus the time-average sound pressure level at the position of the acoustical centre of the microphone, due to sound waves from the same sound source and in the absence of the instrument.

3.6 **diffuse-field sensitivity level:** In decibels, of a sound level meter, for a given frequency or frequency band centred on that frequency, the time-average sound pressure level indicated by the instrument due to a diffuse sound field minus the time-average sound pressure level of the sound field at the position of the acoustical centre of the microphone and in the absence of the instrument.

3.7 **free-field sensitivity level:** In decibels, of a sound level meter, for a given frequency or frequency band centred on that frequency, the sound pressure level indicated by the instrument due to a free sound-field incident from a specified direction minus the sound pressure level of the sound field at the position of the acoustical centre of the microphone and in the absence of the instrument.

3.8 **pressure sensitivity level:** In decibels, of a sound level meter, for a given frequency or frequency band centred on that frequency, the sound pressure level indicated by the instrument due to a sound pressure uniformly applied over the surface of the diaphragm of the microphone minus the actual sound pressure level at the diaphragm.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

4 Méthode d'étalonnage à partir de mesures en champ libre

4.1 Pour chaque fréquence ou bande de fréquences centrée sur cette fréquence, le niveau de sensibilité sous incidence aléatoire, G_{RI} d'un sonomètre doit être calculée, en décibels, d'après:

$$G_{RI} = G_F - 10 \lg \gamma \quad (1)$$

où

γ est le facteur de directivité du sonomètre qui exprime l'écart par rapport à une réponse omnidirectionnelle idéale d'un microphone dont l'efficacité est indépendante de l'angle d'incidence;

G_F est le niveau de sensibilité en champ libre, en décibels, du sonomètre pour la direction de référence de l'incidence acoustique, égal à $L_{rd} - L_o$;

et où

L_{rd} est le niveau de pression acoustique, en décibels, indiqué par le sonomètre exposé à une onde acoustique plane progressive arrivant sur le microphone suivant la direction de référence de l'incidence acoustique;

L_o est le niveau de pression acoustique, en décibels, de la même onde acoustique plane progressive en absence du sonomètre.

4.2 Habituellement, $G_F = L_{rd} - L_o$ varie pour des sonomètres particuliers tandis que le facteur de directivité γ dépend seulement des dimensions et de la géométrie; il est par conséquent le même pour tous les instruments de même modèle.

4.3 Pour la détermination du facteur de directivité γ, considérons le sonomètre positionné de façon que le centre acoustique du microphone soit à l'origine du système des coordonnées de référence. La direction de référence du sonomètre coïncide avec l'axe des X du système de coordonnées. Les ondes acoustiques arrivant sur le sonomètre dans différentes directions sont produites par une source sonore située sur la surface de la sphère à un emplacement défini à partir de l'origine par le vecteur $\underline{r}$, voir figure 1.

4.4 Le facteur de directivité γ est calculé à partir de l'équation suivante:

$$\gamma = \frac{4\pi}{\int_S 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(\underline{r})]}\, d\Omega} \quad (2)$$

où

$L(\underline{r})$ est le niveau de pression acoustique, en décibels, indiqué par le sonomètre exposé à une onde plane progressive arrivant sur le microphone suivant la direction de $\underline{r}$;

L_{rd} est le niveau de pression acoustique, en décibels, indiqué par le sonomètre exposé à une onde plane progressive arrivant sur le sonomètre suivant la direction de référence;

$d\Omega$ est l'angle solide élémentaire, en stéradians, associé au positionnement de la source $\underline{r}$.

L'intégrale couvre l'ensemble des possibilités de l'angle d'incidence, définies à partir des positions sur la surface de la sphère enveloppe.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

4 Calibration method based on free-field measurements

4.1 For each frequency or frequency band centred on that frequency, the random-incidence sensitivity level G_{RI} of a sound level meter shall be calculated, in decibels, from

$$G_{RI} = G_F - 10 \lg \gamma \quad (1)$$

where

γ is the directivity factor of the sound level meter and is a measure of the deviation from an ideal omni-directional response with equal sensitivity at all possible angles of sound incidence on the microphone;

G_F is the free-field sensitivity level, in decibels, of the sound level meter for the reference direction of sound incidence and equal to $L_{rd} - L_o$;

and where

L_{rd} is the sound pressure level, in decibels, indicated by the sound level meter when exposed to a plane progressive sound wave arriving at the microphone from the reference direction of sound incidence;

L_o is the sound pressure level, in decibels, of the same plane progressive sound wave in the absence of the sound level meter.

4.2 While $G_F = L_{rd} - L_o$ will usually vary for individual sound level meters, the directivity factor γ depends only on dimensions and geometry and is therefore the same for all instruments of the same model.

4.3 For determination of the directivity factor γ, consider the sound level meter located with the acoustical centre of the microphone at the origin of a reference coordinate system. The reference direction of the sound level meter coincides with the X-axis of the coordinate system. Sounds from different directions are incident on the sound level meter from a sound source located at a position on the surface of the sphere defined by a vector $\underline{r}$ from the origin; see figure 1.

4.4 The directivity factor γ is calculated from the following equation:

$$\gamma = \frac{4\pi}{\int_S 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(\underline{r})]}\, d\Omega} \quad (2)$$

where

$L(\underline{r})$ is the sound pressure level, in decibels, indicated by the sound level meter when exposed to a plane progressive wave arriving at the microphone from the direction of $\underline{r}$;

L_{rd} is the sound pressure level, in decibels, indicated by the sound level meter when exposed to a plane progressive wave arriving at the microphone from the reference direction;

$d\Omega$ is the elemental solid angle associated with source position $\underline{r}$ in steradians.

The integral is taken over all possible angles of incidence from locations over the surface of the surrounding sphere.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

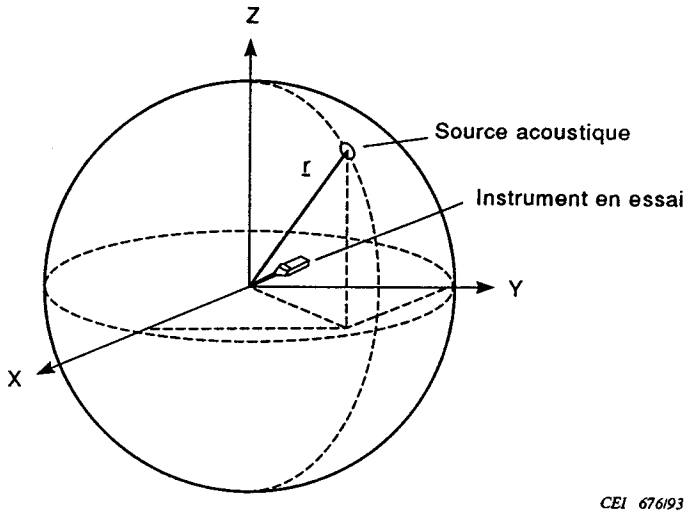


Figure 1 – Système de coordonnées de référence pour la détermination du niveau de sensibilité sous incidence aléatoire, à partir des mesures en champ libre

4.5 Pour les mesures pratiques, il convient de déterminer la position de la source acoustique par l'angle d'incidence du son ϕ mesuré à partir de l'axe des X et par un angle α mesuré dans le plan perpendiculaire à l'axe des X comme indiqué dans la figure 2. Le facteur de directivité γ est alors donné par:

$$\gamma = \frac{4\pi}{\int_0^{\phi = 2\pi} \int_0^{\alpha = \pi} 10^{-0,1\,[L_{rd} - L\,(\phi,\alpha)]} \mid \sin\phi \mid d\alpha\, d\phi} \qquad (3)$$

4.6 Lors de la détermination pratique du niveau de sensibilité sous incidence aléatoire, le nombre de directions de l'incidence acoustique est obligatoirement limité. Les niveaux de pression acoustique indiqués par le sonomètre pour une direction particulière sont considérés représentatifs des directions proches de cette direction.

4.7 En supposant que le niveau de pression acoustique $L(\phi,\alpha)$ est constant en restant à l'intérieur de variations suffisamment petites de ϕ et α et en divisant le domaine des angles ϕ et α en m et n parties égales telles que $\Delta\phi = 2\pi/m$ et $\Delta\alpha = \pi/n$ respectivement, l'équation (3) peut être approchée par:

$$\gamma = \frac{1}{\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} K\,(\phi_i,\alpha_j) \cdot 10^{\,-0,1\,[L_{rd} - L\,(\phi_i,\alpha_j)]}} \qquad (4)$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

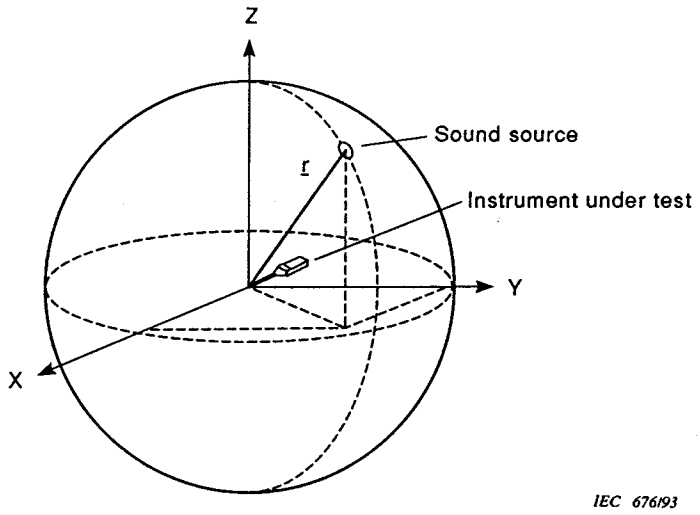


Figure 1 – Reference coordinate system for random-incidence sensitivity level calibration based on free-field measurements

4.5 For the purpose of practical measurements, it is convenient to describe the position of the sound source by means of a sound incidence angle ϕ, measured from the X-axis, and an angle α measured in a plane perpendicular to the X-axis as shown in figure 2. The directivity factor γ is then given by:

$$\gamma = \frac{4\pi}{\int_0^{\phi = 2\pi} \int_0^{\alpha = \pi} 10^{-0,1\,[L_{rd} - L\,(\phi,\alpha)]} \mid \sin\phi \mid d\alpha\, d\phi} \qquad (3)$$

4.6 For a practical determination of random-incidence sensitivity level, the number of sound-incidence directions has to be limited. Sound pressure levels indicated by the sound level meter for particular directions are considered representative of directions near those selected.

4.7 Assuming the sound pressure level $L\,(\phi,\alpha)$ to be constant within sufficiently small increments of ϕ and α and dividing the range of angles ϕ and α into m and n equal parts such that $\Delta\phi = 2\pi/m$ and $\Delta\alpha = \pi/n$, respectively, equation (3) may be approximated by:

$$\gamma = \frac{1}{\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} K\,(\phi_i,\alpha_j) \cdot 10^{\,-0,1\,[L_{rd} - L\,(\phi_i,\alpha_j)]}} \qquad (4)$$

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

où

$$K(\phi_i,\alpha_j) = \int_{\phi_i - \Delta\phi/2}^{\phi_i + \Delta\phi/2} \int_{\alpha_j - \Delta\alpha/2}^{\alpha_j + \Delta\alpha/2} (1/4\pi)\,|\sin\phi|\,d\alpha\,d\phi \qquad (5)$$

De l'équation (5) et avec les angles ϕ, $\Delta\phi$, α et $\Delta\alpha$ en radians, découle l'expression suivante du facteur d'ajustement sans dimension:

$$K(\phi_i,\alpha_j) = \left| (\Delta\alpha/4\pi)\,[\cos(\phi_i - \Delta\phi/2) - \cos(\phi_i + \Delta\phi/2)\,] \right| \qquad (6)$$

à condition que sin ϕ ne change pas de signe sur l'ensemble du domaine d'intégration, et

$$K(\phi_i,\alpha_j) = (2\,\Delta\alpha/4\pi)\,[1 - \cos(\Delta\phi/2)\,] \qquad (7)$$

pour $\phi_i = 0$ ou $\phi_i = \pi$.

NOTES

1 Afin de simplifier la rédaction, les indices i et j seront supprimés dans la suite du texte.

2 Comme $K(\phi,\alpha)$ ne dépend pas de α, la notation indiquant la dépendance des facteurs d'ajustement de l'angle α a été supprimée dans la suite du texte.

4.8 $K(\phi)$ sont les facteurs d'ajustement qui expriment la pondération appliquée aux mesures particulières. La pondération est proportionnelle à la dimension de l'angle solide sous-tendu par l'aire de la surface de l'élément de la sphère entourant le sonomètre.

4.9 L'annexe A décrit une méthode pratique pour déterminer le niveau de sensibilité sous incidence aléatoire, en accord avec l'équation (4).

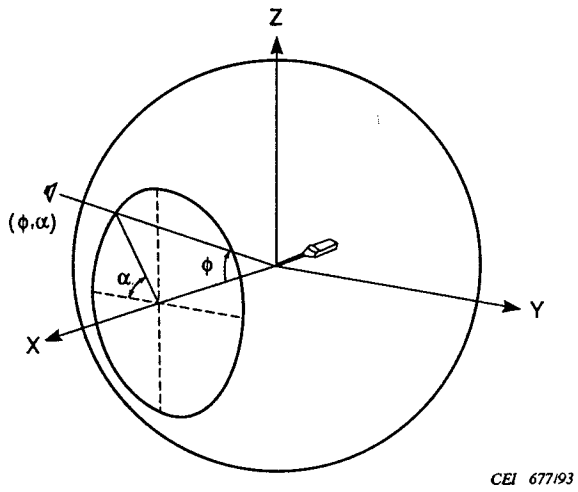


Figure 2 – Système de coordonnées de référence pour la détermination pratique du niveau de sensibilité sous incidence aléatoire, à partir des mesures en champ libre

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

where

$$K(\phi_i,\alpha_j) = \int_{\phi_i - \Delta\phi/2}^{\phi_i + \Delta\phi/2} \int_{\alpha_j - \Delta\alpha/2}^{\alpha_j + \Delta\alpha/2} (1/4\pi)\,|\sin\phi|\,d\alpha\,d\phi \qquad (5)$$

From equation (5), with angles ϕ, $\Delta\phi$, α and $\Delta\alpha$ in radians, follows the expression for the dimensionless adjustment factor:

$$K(\phi_i,\alpha_j) = \left| (\Delta\alpha/4\pi)\,[\cos(\phi_i - \Delta\phi/2) - \cos(\phi_i + \Delta\phi/2)\,] \right| \qquad (6)$$

provided that sin ϕ does not change sign over the integration range, and

$$K(\phi_i,\alpha_j) = (2\,\Delta\alpha/4\pi)\,[1 - \cos(\Delta\phi/2)\,] \qquad (7)$$

for $\phi_i = 0$ or $\phi_i = \pi$.

NOTES

1 For the purpose of simplification, indices i and j are omitted throughout the following text.

2 As $K(\phi,\alpha)$ is not dependent on α, the notation for the dependency of the adjustment factors on angle α is omitted in the following text.

4.8 $K(\phi)$ are adjustment factors accounting for the weighting applied to the individual measurements. The weighting is proportional to the size of the solid angle subtended by the element of surface area on the sphere surrounding the sound level meter.

4.9 Annex A describes a practical method for determining random-incidence sensitivity level in accordance with equation (4).

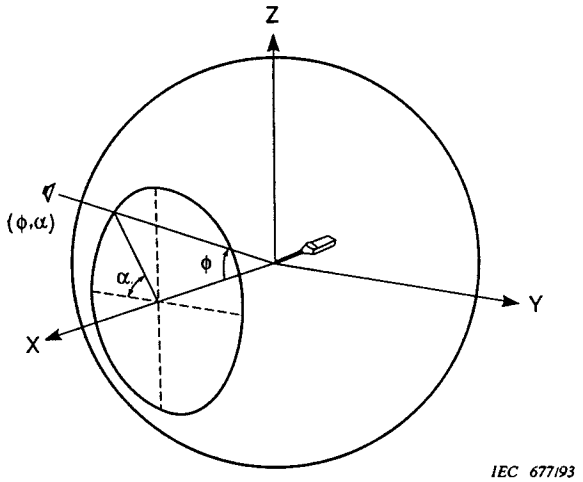


Figure 2 – Reference coordinate system for the purpose of practical measurement of random-incidence sensitivity level based on free-field measurements

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

4.10 Les mesures des niveaux de sensibilité sous incidence aléatoire doivent être effectuées dans une chambre anéchoïque satisfaisant aux spécifications de l'ISO 3745 (annexe A). Les mesures peuvent être effectuées avec des sons sinusoïdaux de fréquences discrètes ou du bruit aléatoire. Les résultats doivent être donnés pour les fréquences normales de l'ISO 266 et pour des largeurs de bande ne dépassant pas le tiers d'octave. Les filtres passe-bande doivent satisfaire aux spécifications de la classe 0 ou de la classe 1 de la CEI 1260.

4.11 Pour que les résultats des mesurages soient cohérents en utilisant des signaux sinusoïdaux discrets, il peut être nécessaire de calculer G_F ainsi que γ à partir de moyennes d'au moins huit résultats de mesures correspondant à la largeur de bande de chaque tiers d'octave et cela sur tout le domaine des fréquences concernées. Il convient que les fréquences choisies soient uniformément distribuées sur une échelle logarithmique et que la moyenne soit la moyenne quadratique.

5 Méthode d'étalonnage à partir de mesures en champ diffus

5.1 La méthode d'étalonnage en champ diffus est basée sur la comparaison du niveau de sensibilité en champ diffus d'un sonomètre avec le niveau de sensibilité en champ diffus d'un sonomètre de référence, quand le microphone de l'appareil en essai et le microphone du système de référence sont placés successivement et exactement au même emplacement dans un champ acoustique diffus. Le sonomètre de référence peut être étalonné par la méthode basée sur des mesures en champ libre (voir l'article 4), ou étalonné en champ libre si les facteurs de directivité sont connus, ou étalonné en pression si les différences entre des niveaux de sensibilité en pression et en champ diffus sont connues (voir annexe B et tableau B.1).

5.2 Pour chaque bande de fréquences, la différence entre les niveaux de sensibilité en champ diffus ΔG_D est donnée, en décibels, par:

$$\Delta G_D = L_D - L_{D,ref} \qquad (8)$$

où

L_D est le niveau de la réponse fréquentielle indiqué par le sonomètre en essai, en décibels;

$L_{D,ref}$ est le niveau de la réponse fréquentielle indiqué par le sonomètre de référence, en décibels.

5.3 Si le sonomètre de référence est étalonné conformément à l'article 4, le niveau de sensibilité en champ diffus doit être calculé, en décibels, d'après:

$$G_D = \Delta G_D + G_{RI,ref} \qquad (9)$$

où

$G_{RI,ref}$ est le niveau de sensibilité sous incidence aléatoire du sonomètre de référence, en décibels.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

4.10 Measurements of random-incidence sensitivity levels shall be carried out in an anechoic room that fulfils the requirements of ISO 3745 (annex A). The measurements may be carried out with discrete-frequency sinusoidal sounds or random noise. Results shall be reported for preferred frequencies from ISO 266 and for bandwidths not greater than one-third octave. Bandpass filters shall meet the class 0 or class 1 requirements of IEC 1260.

4.11 To ensure consistent results when using discrete-frequency sinusoidal signals for the measurements, it may be necessary to calculate G_F as well as γ from averages of at least eight measurement results within the bandwidth of each one-third octave band over the frequency range of interest. The frequencies chosen should be equidistantly distributed on a logarithmic axis. Averaging should be performed as root-mean-square averaging.

5 Calibration method based on diffuse-field measurements

5.1 The diffuse-field calibration method is based on comparison of the diffuse-field sensitivity level of a sound level meter, with the diffuse-field sensitivity level of a reference sound level meter when the microphone of the device under test and the microphone of the reference system are placed successively at exactly the same locations in a diffuse sound field. The reference sound level meter may be calibrated by the method based on free-field measurements (see clause 4), free-field calibrated if the directivity factors are known, or pressure calibrated if the differences between the diffuse-field and pressure sensitivity levels are known (see annex B and table B.1).

5.2 For each frequency band, the difference between the diffuse-field sensitivity levels, ΔG_D is given, in decibels, by:

$$\Delta G_D = L_D - L_{D,ref} \quad (8)$$

where

L_D is the sound pressure level indicated by the sound level meter under test, in decibels;

$L_{D,ref}$ is the sound pressure level indicated by the reference sound level meter, in decibels.

5.3 If the reference sound level meter is calibrated in accordance with clause 4, the diffuse-field sensitivity level shall be calculated, in decibels, from:

$$G_D = \Delta G_D + G_{RI,ref} \quad (9)$$

where

$G_{RI,ref}$ is the random-incidence sensitivity level of the reference sound level meter, in decibels.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.4 Si le sonomètre de référence est étalonné en champ libre et si les facteurs de directivité sont connus (par exemple voir tableau B.1), le niveau de sensibilité en champ diffus doit être calculé, en décibels, d'après:

$$G_D = \Delta G_D + G_{F,ref} - 10 \lg \gamma_{ref} \quad (10)$$

où

$G_{F,ref}$ est le niveau de sensibilité en champ libre, en décibels, du sonomètre de référence pour l'incidence du son suivant la direction de référence, égal à $L_{rd,ref} - L_o$;

γ_{ref} est le facteur de directivité du sonomètre de référence.

5.5 Si le sonomètre de référence est étalonné en pression et si les différences entre les niveaux de sensibilité en champ diffus et ceux de sensibilité en pression sont connues (par exemple voir tableau B.1), les niveaux de sensibilité en champ diffus doivent être calculés, en décibels, d'après:

$$G_D = \Delta G_D + (G_{P,ref} + \Delta_{DP}) \quad (11)$$

où

$G_{P,ref}$ est le niveau de sensibilité en pression, en décibels, du sonomètre de référence;

Δ_{DP} est la différence entre le niveau de sensibilité en champ diffus et le niveau de sensibilité en pression du sonomètre de référence, en décibels.

5.6 Les mesures du niveau de sensibilité en champ diffus doivent être réalisées dans une chambre réverbérante qui satisfait aux spécifications de l'ISO 3741 (annexe A). Les mesures peuvent être effectuées avec un bruit aléatoire à large bande ou filtré. Les résultats doivent être donnés pour une largeur de bande ne dépassant pas un tiers d'octave. La durée d'intégration doit être choisie suffisamment longue pour être certain que l'écart type pour des résultats obtenus à partir de mesurages répétés dans des conditions d'essais identiques soit inférieur à 0,05 dB.

5.7 Les filtres passe-bande doivent satisfaire aux spécifications de la classe 0 ou de la classe 1 de la CEI 1260.

5.8 L'annexe B décrit les méthodes pratiques pour déterminer le niveau de sensibilité en champ diffus.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.4 If the reference sound level meter is calibrated in a free sound field and the directivity factors are known (e.g. see table B.1), the diffuse-field sensitivity level shall be calculated, in decibels, from:

$$G_D = \Delta G_D + G_{F,ref} - 10 \lg \gamma_{ref} \quad (10)$$

where

$G_{F,ref}$ is the free-field sensitivity level, in decibels, of the reference sound level meter, for the reference direction of sound incidence and equal to $L_{rd,ref} - L_o$;

γ_{ref} is the directivity factor of the reference sound level meter.

5.5 If the reference sound level meter is pressure calibrated and the differences between the diffuse-field sensitivity levels and the pressure sensitivity levels are known (e.g. see table B.1), the diffuse-field sensitivity levels shall be calculated, in decibels, from:

$$G_D = \Delta G_D + (G_{P,ref} + \Delta_{DP}) \quad (11)$$

where

$G_{P,ref}$ is the pressure sensitivity level, in decibels, of the reference sound level meter;

Δ_{DP} is the difference between the diffuse-field sensitivity level and the pressure sensitivity level of the reference sound level meter, in decibels.

5.6 Measurements of diffuse-field sensitivity level shall be carried out in a reverberation room that fulfils the requirements of ISO 3741(annex A). The measurements may be carried out with broadband random noise or filtered random noise. Results shall be given for a bandwidth not greater than one-third octave. Integration times shall be of sufficient length to ensure that the standard deviation of test results, from repeated measurements under identical test conditions, is less than 0,05 dB.

5.7 Bandpass filters shall meet the class 0 or class 1 requirements of IEC 1260.

5.8 Annex B describes practical methods for determining diffuse-field sensitivity level.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe A
(informative)

Méthode pratique d'étalonnage à partir de mesures en champ libre

A.1 Principe de la procédure d'essais

A.1.1 Avec la méthode en champ libre, les différents angles de l'incidence acoustique sont réalisés par la rotation de l'instrument en essai par rapport à la source acoustique. Ainsi, les deux centres acoustiques, du microphone du sonomètre et de la source acoustique, restent à des positions fixes dans la chambre anéchoïque.

A.1.2 En gardant le microphone et la source acoustique dans des positions fixes, les petites erreurs causées par les imperfections du champ acoustique dans la chambre anéchoïque sont éliminées.

A.1.3 Pour illustrer les principes de la procédure d'essai, la figure A.1 montre une situation où l'instrument en essai est dans un système fixe de coordonnées et où la source acoustique se déplace physiquement dans différentes positions de façon à réaliser des ondes sonores se propageant dans différentes directions. Le son est considéré traverser la surface d'une sphère imaginaire dont le centre est à l'origine du système de coordonnées.

A.1.4 Comme indiqué, la source acoustique est déplacée dans les deux plans X-Y et X-Z du système de coordonnées. Les positions de la source acoustique sont alors égales aux positions décrites pour l'approximation de l'équation (4) et pour un incrément de 90° de l'angle α. En variante, les mêmes angles d'incidence acoustique peuvent être obtenus si la source acoustique est maintenue dans une position fixe et si le sonomètre (avec le centre acoustique du microphone maintenu à l'origine) tourne autour de l'origine dans le plan des X-Y et également dans le plan des X-Z.

A.1.5 Pour la rotation dans le plan des X-Y, il est pratique de monter l'instrument sur un dispositif tournant (table tournante) comme le montre la figure A.2. La rotation dans le plan des X-Z peut être réalisée en tournant d'abord l'instrument en essai de 90° autour de son axe central (voir figure A.3) avant d'effectuer la rotation dans le plan des X-Y.

A.1.6 En choisissant un nombre convenable d'angles d'incidence (voir figure A.1), la sphère enveloppe peut être divisée en un nombre approprié de petits éléments de surface. La taille et la forme de chaque élément dépendront des angles choisis. Si les angles d'incidence du son varient par pas égaux, la sphère ne sera pas divisée en éléments d'aires égales. Toutefois, ce résultat n'est pas important si les éléments individuels sont de petites fractions de l'aire totale de la surface de la sphère. Il convient que le plus grand élément ne soit pas supérieur à 3 % de la surface totale de la sphère.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex A
(informative)

Practical calibration method based on free-field measurements

A.1 Principle of the test procedure

A.1.1 With the free-field method, the varying angles of sound incidence are established by rotating the instrument under test relative to the sound source. Both the acoustical centre of the microphone of the sound level meter and the sound source remain at fixed positions in an anechoic room.

A.1.2 By keeping both the microphone and the sound source in fixed positions, small errors caused by imperfections of the sound field in the anechoic room are accounted for.

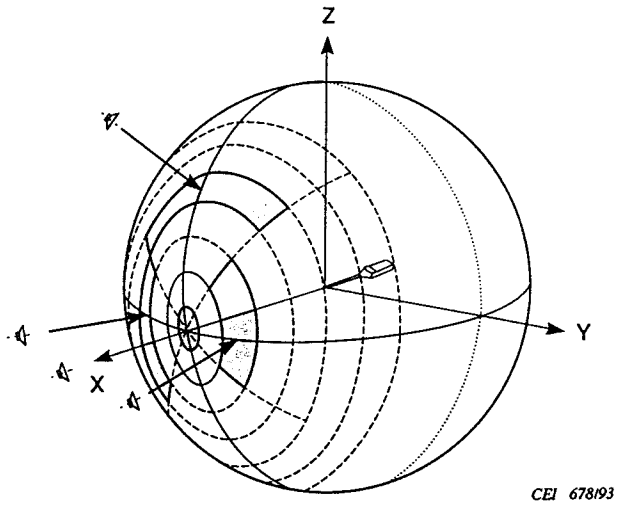
A.1.3 To illustrate the principles of the test procedure, figure A.1 shows a situation where the instrument under test is in a fixed coordinate system and the sound source is physically moved to different positions to establish sound incidence from different directions. The sound is considered to pass through the surface of an imaginary sphere with its centre at the origin of the coordinate system.

A.1.4 As shown, the sound source is moved in two planes, the X-Y plane and the X-Z plane in the coordinate system. The positions of the sound source are then equal to the positions described for the approximation in equation (4) for a 90° increment of angle α. Alternatively, the same sound incidence angles can be obtained if the sound source is kept in some fixed position and the sound level meter (with the acoustical centre of the microphone maintained at the origin) is rotated around the origin in the X-Y plane and also in the X-Z plane.

A.1.5 For rotation in the X-Y plane, it is convenient to mount the instrument on a rotator (turntable) as shown in figure A.2. Rotation in the X-Z plane is accomplished by first rotating the instrument under test through 90° about its central axis (see figure A.3) before rotating around a circle in the X-Y plane.

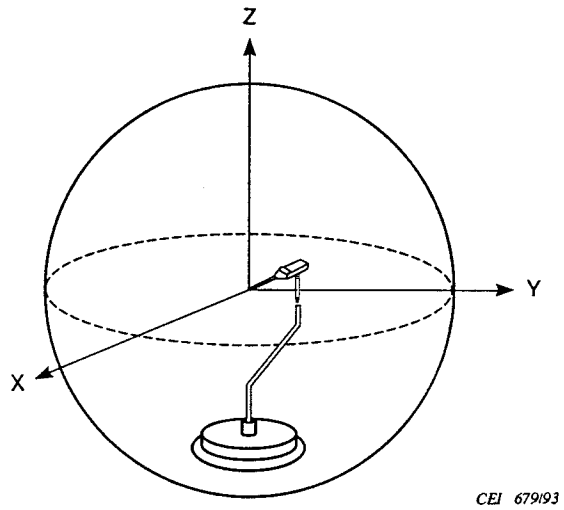
A.1.6 By selection of a suitable number of angles of incidence (see figure A.1), the surrounding sphere can be divided into a suitable number of small surface elements. The size and shape of each element will depend on the angles chosen. If the sound incidence angles are chosen with equal angular steps, the sphere will not be divided into elements of equal area. This result is, however, not important if the individual elements are small fractions of the total surface area of the sphere. The largest element should be no more than 3 % of the total surface area of the sphere.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



NOTE – La source acoustique est considérée comme étant positionnée à une distance constante du microphone, dans l'un ou l'autre des plans X-Y et X-Z. Ce positionnement produit une subdivision de la surface de la sphère comme indiqué. Trois positions de la source, autres que celle correspondant à la direction de référence sont indiquées pour illustrer l'incidence des ondes sonores provenant des centres des éléments de surface.

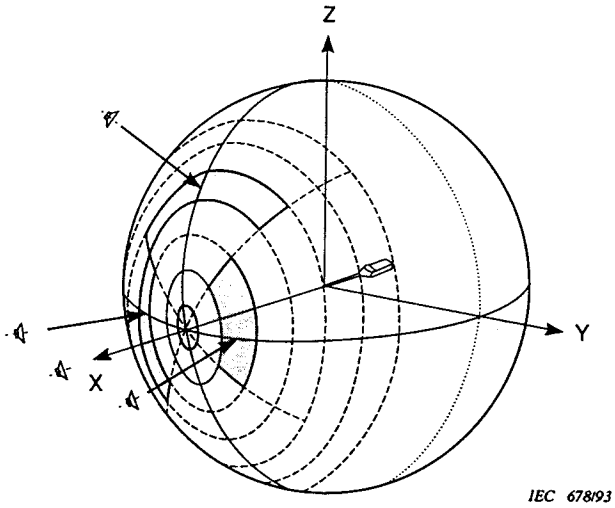
Figure A.1 – Sonomètre avec son microphone positionné au centre d'une sphère et la direction de référence du son incident alignée avec l'axe des X.



NOTE – La direction de référence de l'incidence acoustique coïncide avec l'axe des X. L'origine des coordonnées est au centre acoustique du microphone.

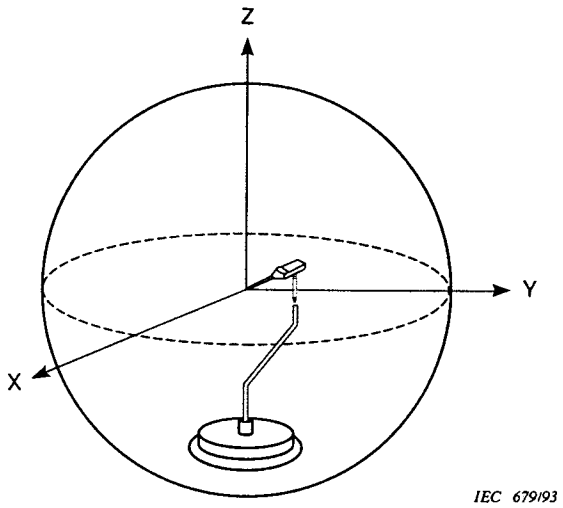
Figure A.2 – Sonomètre en essai monté sur une table tournante pour obtenir l'incidence acoustique suivant différentes directions dans le plan des X-Y.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



NOTE – The sound source is considered to be positioned at a constant distance from the microphone in either the X-Y or X-Z planes. This positioning causes a sub-division of the surface of the sphere as indicated. Three positions of the sound source, other than the position corresponding to the reference direction, are shown for illustration of incidence from the centres of elements of surface area.

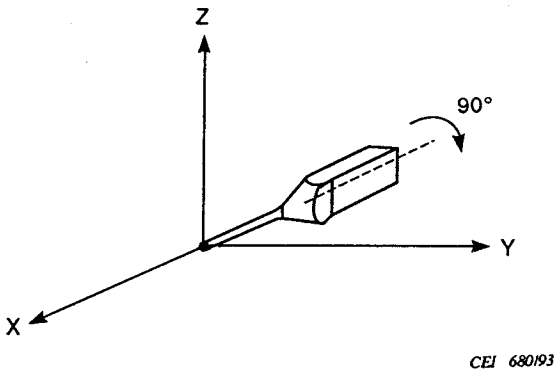
Figure A.1 – A sound level meter located with its microphone at the centre of a sphere and a reference direction for sound incidence aligned with the X-axis



NOTE – The reference direction for sound incidence coincides with the X-axis. The origin of coordinates is at the acoustical centre of the microphone

Figure A.2 – A sound level meter under test mounted on a turntable to obtain incidence of sound from different directions in the X-Y plane

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

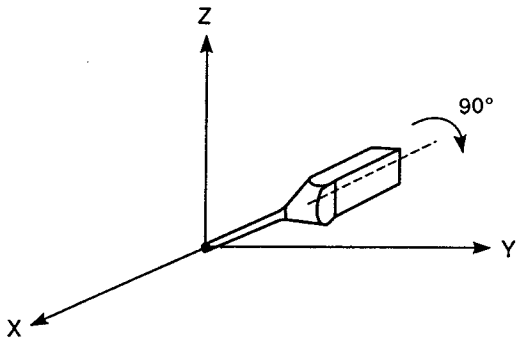


NOTE – Pour distinguer si les mesures sous un angle d'incidence ϕ se réfèrent à une situation avant ou après la rotation de 90° du sonomètre, les premières sont appelées ϕ, h et les secondes ϕ, v.

Figure A.3 – Méthode simulant la rotation dans le plan des X-Z par une rotation de 90° du sonomètre en essai autour d'un axe coïncidant avec sa direction de référence suivie d'une rotation dans le plan des X-Y comme dans la figure A.2.

A.1.7 Les ondes acoustiques arrivant sur le microphone, suivant des directions comprises à l'intérieur de l'angle solide défini par les limites de l'élément de surface, sont censées représenter un son provenant du centre de l'élément de surface. Comme les aires des surfaces des éléments individuels ne sont pas égales, le niveau de pression acoustique mesuré pour une direction est corrigé (pondéré) suivant l'aire de l'élément. Si 10° est choisi comme incrément de l'angle, l'aire de la surface de la sphère est divisée en 70 sous-aires. La plus grande de celles-ci est approximativement de 2,2 % de l'aire totale de la sphère, donc inférieure au critère des 3 %. Les facteurs d'ajustement, calculés à partir des équations (A.1) et (A.2) pour des incréments des angles par pas de 10° dans les deux plans X-Y et X-Z, sont donnés dans le tableau A.1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



NOTE – To distinguish whether measurements at an angle of incidence ϕ refer to the situation before or after the sound level meter is rotated by 90°, the former are called ϕ, h and the latter ϕ, v.

Figure A.3 – Method of simulating rotation in the X-Z plane by 90° rotation of the sound level meter under test around an axis coincident with the reference direction, and then rotation around a circle in the X-Y plane as in figure A.2.

A.1.7 Sound waves arriving at the microphone from directions inside the solid angle defined by the boundaries of a surface element are considered to represent a sound from a direction through the centre of the surface element. Because surface areas of the individual elements are not equal, the sound pressure level measured for a direction has to be adjusted (weighted) in accordance with the area of the element. If angular increments of 10° are chosen, the surface area of the sphere is divided into 70 sub-areas. The largest of these is approximately 2,2 % of the total surface area of the sphere and hence less than the 3 % criterion. Adjustment factors, calculated by use of equation (A.1) and equation (A.2) for 10° angular increments in both the X-Y and the X-Z planes, are given in table A.1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau A.1 – Facteurs d'ajustement $K(\phi)$ pour le calcul du niveau de sensibilité sous incidence aléatoire avec $\Delta\alpha = \pi/2$ radians (90°)

Angle de l'incidence acoustique, ϕ degré				$K(\phi)$
0,	180			0,00095
10,	170,	190,	350	0,00378
20,	160,	200,	340	0,00745
30,	150,	210,	330	0,01089
40,	140,	220,	320	0,01401
50,	130,	230,	310	0,01669
60,	120,	240,	300	0,01887
70,	110,	250,	290	0,02047
80,	100,	260,	280	0,02146
90,	270			0,02179

NOTE - Les mesures sont réalisées dans deux plans orthogonaux avec des incréments des angles par pas de 10°.

A.1.8 Différentes approximations peuvent être utilisées pour déterminer les facteurs d'ajustement $K(\phi)$. Pour les besoins de la présente norme, les facteurs d'ajustement $K(\phi)$ pour les angles d'incidence ϕ du son sont calculés à partir de l'équation (6) avec $\Delta\alpha = \pi/2$ radians (90°).

$$K(\phi) = (1/8)\,[\cos(\phi - \Delta\phi/2) - \cos(\phi + \Delta\phi/2)] \qquad (A.1)$$

pour $\phi - \Delta\phi/2 \geq 0°$ et $\phi + \Delta\phi/2 \leq 180°$,

et à partir de l'équation (7)

$$K(0) = K(180) = (1/4)\,[1 - \cos(\Delta\phi/2)] \qquad (A.2)$$

pour $\phi = 0°$ et $\phi = 180°$

où

$K(\phi)$ est le facteur d'ajustement pour l'angle d'incidence ϕ;

ϕ est l'angle d'incidence mesuré à partir de la direction de référence, en degrés;

$\Delta\phi$ est le pas de l'incrément angulaire, en degrés.

NOTE - Une variante à des espacements angulaires égaux entre les positions de la source acoustique sur la surface de la sphère enveloppe est de sélectionner les positions des éléments de l'aire de la surface de telle manière que les aires élémentaires soient toutes égales. Chaque niveau de pression acoustique mesuré aura alors la même pondération. Si la sphère est divisée en 38 éléments de même aire, les localisations des angles comprennent 0°, 90° (incidence rasante) et 180°. L'aire de chaque élément sera de 2,6 % de l'aire totale de la sphère. Les angles d'incidence seront 0°, 32,6°, 50,8°, 65,1°, 77,9°, 90°, 102,2°, 114,9°, 129,2°, 147,4°, 180°, 212,6°, 230,8°, 245,1°, 257,8°, 270°, 282,1°, 294,9°, 309,2°, 327,4° dans le plan horizontal et les mêmes angles avec les exceptions de 0° et 180° dans le plan vertical.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table A.1 – Adjustment factors $K(\phi)$ for calculation of random-incidence sensitivity level with $\Delta\alpha = \pi/2$ radians (90°)

Sound incidence angle ϕ degree	$K(\phi)$
0, 180	0,00095
10, 170, 190, 350	0,00378
20, 160, 200, 340	0,00745
30, 150, 210, 330	0,01089
40, 140, 220, 320	0,01401
50, 130, 230, 310	0,01669
60, 120, 240, 300	0,01887
70, 110, 250, 290	0,02047
80, 100, 260, 280	0,02146
90, 270	0,02179

NOTE - Measurements are carried out in two orthogonal planes with 10° angular increments.

A.1.8 Various approximations may be used to determine the adjustment factors $K(\phi)$. For the purpose of this standard, adjustment factors $K(\phi)$ for sound incidence angles ϕ are calculated from equation (6) with $\Delta\alpha = \pi/2$ radians (90°).

$$K(\phi) = (1/8)\,[\cos(\phi - \Delta\phi/2) - \cos(\phi + \Delta\phi/2)] \qquad (A.1)$$

for $\phi - \Delta\phi/2 \geq 0°$ and $\phi + \Delta\phi/2 \leq 180°$.

and from equation (7)

$$K(0) = K(180) = (1/4)\,[1 - \cos(\Delta\phi/2)] \qquad (A.2)$$

for $\phi = 0°$ and $\phi = 180°$

where

$K(\phi)$ is the adjustment factor for incidence at angle ϕ;

ϕ is the angle of incidence measured from the reference direction, in degrees;

$\Delta\phi$ is the angular increment, in degrees.

NOTE - An alternative to equal angle spacing between the locations of the sound source on the surface of the surrounding sphere is to select the locations of elements of surface area such that their areas are all equal. Each sound pressure level measurement will then have equal weighting. If the sphere is divided into 38 elements of equal area, the location angles include 0°, 90° (grazing incidence) and 180°. The area of each element will be 2,6 % of the total surface area of the sphere. The angles of incidence will be 0°, 32,6°, 50,8°, 65,1°, 77,9°, 90°, 102,2°, 114,9°, 129,2°, 147,4°, 180°, 212,6°, 230,8°, 245,1°, 257,8°, 270°, 282,1°, 294,9°, 309,2°, 327,4° in the horizontal plane and the same angles with the exception of 0° and 180° in the vertical plane.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A.2 Dispositif de mesure

A.2.1 Pour la mesure du niveau de sensibilité en champ libre G_F, il convient que le dispositif de mesure soit conçu de telle manière que l'instrument en essai puisse être remplacé par un microphone de référence. Pour la mesure des facteurs de directivité γ l'instrument est fixé sur un dispositif tournant (table tournante) de telle manière que le centre de rotation coïncide avec le centre acoustique du microphone (voir figure A.2). Il convient que la direction de référence de l'instrument, spécifiée par le constructeur, soit placée dans le plan de rotation. Il convient que la source acoustique soit placée dans le plan de rotation de l'instrument en essai.

NOTE - Il convient que le dispositif supportant l'instrument en essai soit conçu de façon que son influence sur le champ acoustique soit aussi réduite que possible sans que sa stabilité mécanique en soit affectée.

A.2.2 Il y a lieu de choisir une distance microphone-source telle que, pour toute fréquence d'essai, la variation du niveau de pression acoustique soit inférieure à ±1 dB pour tout point situé à une distance du microphone inférieure à 0,3 m, lorsque la puissance rayonnée par la source reste constante.

A.2.3 Il convient que le niveau de pression acoustique de la source soit choisi pour obtenir le meilleur rapport signal sur bruit possible à toutes les fréquences concernées. Il convient que le rapport signal sur bruit ne soit pas inférieur à 20 dB. Pour la mesure de γ, il convient que le niveau de pression acoustique soit maintenu constant pendant la rotation du sonomètre. Il convient de même pour la mesure de G_F, que le niveau de pression acoustique soit maintenu constant en fonction de la fréquence.

A.2.4 Il convient que les mesurages soient réalisés dans un domaine de fréquences convenablement adapté au sonomètre en essai.

A.3 Mesure du niveau de sensibilité en champ libre G_F

A.3.1 Pour chaque fréquence ou bande de fréquences centrée sur une fréquence donnée, il convient que les mesures et les calculs soient réalisés comme suit:

A.3.2 On mesure le niveau de pression acoustique à l'aide d'un microphone de référence étalonné en champ libre disposé à la place de l'instrument en essai. La direction de référence du microphone coïncide avec la direction vers la source acoustique. Soit L_o le niveau de pression acoustique mesuré (voir article 4).

A.3.3 On fixe l'instrument en essai au support de telle manière que le centre acoustique du microphone coïncide avec celui du microphone de référence et que la direction de référence coïncide avec la direction vers la source acoustique. Soit L_{rd} le niveau de pression acoustique mesuré (voir article 4).

A.3.4 On calcule le niveau de sensibilité en champ libre $L_{rd} - L_o$. Soit G_F le résutat obtenu (voir article 4).

NOTE - Pour assurer la conformité avec la CEI 651, il est recommandé que L_o soit le niveau de pression acoustique de référence spécifié par le constructeur, et soit dans le domaine compris entre de 74 dB à 94 dB.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A.2 Measurement set-up

A.2.1 For measurement of the free-field sensitivity level G_F, the measurement set-up should be designed in such a way that the instrument under test can be replaced by a reference microphone. For measurement of the directivity factors γ the instrument is attached to a rotator (turntable) in such a way that the centre of rotation coincides with the acoustical centre of the microphone (see figure A.2). The reference direction, specified for the instrument by the manufacturer, should lie in the plane of rotation. The sound source should be placed in the plane of rotation for the instrument under test.

NOTE - The supporting system for the instrument under test should be constructed so that its influence on the sound field is reduced as much as practical without affecting its mechanical stability.

A.2.2 The distance to the sound source should be chosen so that, at any given test frequency, the sound pressure level varies with position by less than ±1 dB within a distance of 0,3 m from the microphone, when constant sound power is radiated from the sound source.

A.2.3 A suitable sound pressure level at the source should be chosen to obtain the best possible signal-to-noise ratio at all frequencies of interest. The signal-to-noise ratio should not be less than 20 dB. For measurement of γ, the sound pressure level should be maintained constant during each rotation of the sound level meter. For measurement of G_F the sound pressure level should be constant with frequency.

A.2.4 Measurements should be carried out for a frequency range appropriate for the sound level meter under test.

A.3 Measurement of the free-field sensitivity level G_F

A.3.1 For each frequency, or frequency band centred at a given frequency, measurements and calculations should be carried out as follows:

A.3.2 With a free-field-calibrated reference microphone replacing the instrument under test, measure the sound pressure level. The reference direction for the microphone coincides with the direction to the sound source. Call the measured sound pressure level L_o (see clause 4).

A.3.3 Attach the instrument under test to the support in such a way that the acoustical centre of the microphone coincides with that for the reference microphone and the reference direction coincides with the direction to the sound source. Call the measured sound pressure level L_{rd} (see clause 4).

A.3.4 Calculate the free-field sensitivity level from $L_{rd} - L_o$. Call the result G_F (see clause 4).

NOTE - To ensure compliance with IEC 651, L_o should be the reference sound pressure level specified by the manufacturer, and in the range between 74 dB and 94 dB.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A.4 Mesure et calcul des facteurs de directivité

A.4.1 Pour chaque fréquence ou bande de fréquences centrée sur une certaine fréquence, il convient que les mesures et les calculs soient réalisés comme suit:

A.4.2 On fixe l'instrument en essai au dispositif rotatif de telle manière que le centre acoustique du microphone coïncide avec le centre de rotation (voir figure A.2).

A.4.3 On aligne l'instrument en essai pour que la direction de référence coïncide avec l'axe des X (voir figure A.2).

A.4.4 On mesure le niveau de pression acoustique avec l'instrument en essai. Soit L_{rd} le niveau de pression acoustique mesuré (voir article 4).

A.4.5 On fait tourner l'instrument en essai sur 360° par petits incréments de pas appropriés (par exemple 10°). On mesure le niveau de pression acoustique pour chaque nouvelle position. Soit L (ϕ, h) les niveaux de pression acoustique mesurés.

A.4.6 On fait tourner l'instrument en essai de 90° autour de son axe propre (voir figure A.3). On répète la procédure A.4.5. Soit L (ϕ,v) les niveaux de pression acoustique mesurés.

A.4.7 Pour chaque fréquence, on calcule le facteur de directivité γ pour des pas angulaires de 10° d'après:

$$\gamma = \left(\sum_{\phi = 0}^{\phi = 350} K(\phi) \cdot 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(\phi,h)]} + \sum_{\phi = 0}^{\phi = 350} K(\phi) \cdot 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(\phi,v)]} \right)^{-1} \qquad \text{(A.3)}$$

où

L_{rd} est le niveau de pression acoustique, en décibels, indiqué par l'instrument en essai quand il est exposé à une onde acoustique plane progressive arrivant sur le microphone suivant la direction de référence de l'incidence du son;

L (ϕ,h) est le niveau de pression acoustique en champ libre, en décibels, indiqué par l'instrument en essai pour les positions de la source acoustique correspondant à l'angle ϕ dans le plan des X-Y, où ϕ indique l'angle à partir de la direction de référence et h indique que la mesure correspond au mouvement de la source dans le plan X-Y;

L (ϕ,v) est le niveau de pression acoustique en champ libre, en décibels, indiqué par l'instrument en essai pour les positions de la source acoustique effectivement dans le plan des X-Z et correspondant à l'angle ϕ, où ϕ indique l'angle à partir de la direction de référence et v indique que la mesure correspond au mouvement de la source dans le plan X-Z, et

K (ϕ) sont les facteurs d'ajustement appliqués pour pondérer les niveaux de pression acoustique individuels (voir A.1.8 et le tableau A.1 pour des incréments par pas de 10°)

A noter que L (0°,h) = L (0°,v) et L (180°,h) = L (180°,v), ces mesures sont donc à prendre en compte une seule fois.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A.4 Measurement and calculation of directivity factors

A.4.1 For each frequency, or frequency band centred at a given frequency, measurements and calculations should be carried out as follows:

A.4.2 Attach the instrument under test to the rotator in such a way that the acoustical centre of the microphone coincides with the centre of rotation (see figure A.2).

A.4.3 Align the instrument under test so that the reference direction coincides with the X-axis (see figure A.2).

A.4.4 Measure the sound pressure level with the instrument under test. Call the measured sound pressure level L_{rd} (see clause 4).

A.4.5 Turn the instrument under test through 360° in appropriate, small increments (e.g. 10°). Measure the sound pressure level for each new position. Call the measured sound pressure levels $L\ (\phi,h)$.

A.4.6 Turn the instrument under test 90° around its own axis (see figure A.3). Repeat the procedure of A.4.5. Call the measured sound pressure levels $L\ (\phi,v)$.

A.4.7 For each frequency, calculate the directivity factor γ, for 10° angular steps from:

$$\gamma = \left(\sum_{\phi=0}^{\phi=350} K(\phi) \cdot 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(\phi,h)]} + \sum_{\phi=0}^{\phi=350} K(\phi) \cdot 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(\phi,v)]} \right)^{-1} \qquad \text{(A.3)}$$

where

L_{rd} is the sound pressure level, in decibels, indicated by the instrument under test when exposed to a plane progressive sound wave arriving at the microphone from the reference direction of sound incidence;

$L(\phi,h)$ is the free-field sound pressure level, in decibels, indicated by the instrument under test for sound source locations in the X-Y plane at angle ϕ where ϕ indicates the angle from the reference direction and h indicates that the measurement is equivalent to moving the source in the X-Y plane;

$L(\phi,v)$ is the free-field sound pressure level, in decibels, indicated by the instrument under test for sound source locations effectively in the X-Z plane at angle ϕ, where ϕ indicates the angle from the reference direction, and v indicates that the measurement is equivalent to moving the source in the X-Z plane, and

$K(\phi)$ are adjustment factors accounting for the weighting applied to the individual sound pressure levels (see A.1.8 and table A.1 for 10° increments).

Note that $L\ (0°,h) = L\ (0°,v)$ and $L\ (180°,h) = L\ (180°,v)$, hence these measurements have only to be taken into account once.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTES

1 Si le sonomètre en essai possède une symétrie de révolution par rapport à la direction de référence, les mesures de la directivité sont à effectuer seulement dans un plan, c'est-à-dire suivant A.4.5. Le facteur de directivité est alors donné par:

$$\gamma = \left(2 \sum_{\phi = 0}^{\phi = 350} K(\phi) \cdot \; 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(\phi,h)]} \right)^{-1} \qquad \text{(A.4)}$$

2 Si les angles d'incidence du son sont choisis pour avoir 38 éléments de même surface (voir la note du paragraphe A.1.8), le calcul du facteur de directivité se simplifie à

$$\gamma = \left(\sum_{n = 1}^{n = 38} (1/38) \; 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(n)]} \right)^{-1} \qquad \text{(A.5)}$$

A.5 Pour chaque fréquence, on calcule le niveau de sensibilité sous incidence aléatoire G_{RI}, en décibels, d'après:

$$G_{RI} = G_F - 10 \lg \gamma \qquad \text{(A.6)}$$

A.6 Les niveaux de sensibilité sous incidence aléatoire peuvent être donnés dans un tableau ou sous la forme d'une courbe.

NOTES

1 Pour avoir des résultats cohérents, voir 4.11.

2 Si la direction de référence n'est pas normale à la surface de la membrane du microphone, il peut être nécessaire de réaliser des mesures dans quatre plans correspondant à des incréments de 45° de l'angle α (voir figure 2) pour déterminer les facteurs de directivité. En pratique, cela peut être effectué en fixant le sonomètre dans quatre positions angulaires variant par pas de 45° au lieu de deux positions angulaires situées à 90° (voir figure A.3). Dans ce cas, il convient de modifier en conséquence les facteurs d'ajustement $K(\phi)$, c'est-à-dire, diviser par deux les valeurs données dans le tableau A.1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTES

1 If the sound level meter under test has rotational symmetry with respect to the reference direction, directivity measurements have only to be carried out in one plane, i.e. according to A.4.5. The directivity factor is then given by:

$$\gamma = \left(2 \sum_{\phi = 0}^{\phi = 350} K(\phi) \cdot 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(\phi,h)]} \right)^{-1} \qquad \text{(A.4)}$$

2 If the sound incidence angles are chosen for 38 equal-area surface elements (see note to subclause A.1.8), the calculation of directivity factor simplifies to:

$$\gamma = \left(\sum_{n = 1}^{n = 38} (1/38) \cdot 10^{-0,1\,[L_{rd} - L(n)]} \right)^{-1} \qquad \text{(A.5)}$$

A.5 For each frequency, calculate the random-incidence sensitivity level G_{RI}, in decibels, from:

$$G_{RI} = G_F - 10 \lg \gamma \qquad \text{(A.6)}$$

A.6 The random-incidence sensitivity levels may be given in a table or as a curve.

NOTES

1 For consistent results, see 4.11.

2 If the reference direction is not normal to the diaphragm of the microphone, it may be necessary to perform the measurements for directivity factor in four planes corresponding to 45° increments of angle α (see figure 2). In practice, this may be done by clamping the sound level meter in four 45° steps instead of two 90° steps (see figure A.3). The adjustment factors $K(\phi)$ should be changed accordingly, i.e. to half the values given in table A.1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe B
(informative)

Méthode pratique d'étalonnage à partir de mesures en champ diffus

B.1 Dispositif de mesure

B.1.1 Il convient que le facteur de directivité du système de mesure acoustique de référence soit aussi voisin de un que possible. Il est bon que le support du microphone ou tout autre équipement ne réfléchisse pas le son directement vers le microphone.

B.1.2 Il est recommandé que le sonomètre de référence comporte un microphone de modèle LS2aP/LS2F ou de modèle LS2bP conformément à la CEI 1094-1. Pour information, les facteurs de directivité et les différences Δ_{DP} entre le niveau de sensibilité en champ diffus et le niveau de sensibilité en pression d'un microphone de modèle LS2aP/LS2F sont donnés en fonction de la fréquence dans le tableau B.1.

B.1.3 A l'intérieur d'une chambre réverbérante, une diffusivité suffisante n'est pas toujours atteinte dans les domaines des fréquences basses et élevées. En conséquence, il convient que les mesures du niveau de sensibilité en champ diffus soient réalisées à plusieurs emplacements dans la salle. Il convient que le microphone de l'instrument en essai et le sonomètre de référence se déplacent suivant une trajectoire circulaire dans la salle. Il convient que le plan du cercle ne soit parallèle à aucun des murs de la salle. Il convient que le rayon du cercle soit supérieur à 1 m ou à trois fois la plus grande dimension du sonomètre.

B.1.4 La diffusivité du champ acoustique peut être améliorée en utilisant simultanément au moins deux sources omnidirectionnelles de bruit. Il convient que les signaux ne soient pas corrélés et que les puissances acoustiques soient presque égales pour toutes les bandes de fréquences (en utilisant, par exemple, deux sources acoustiques de référence de même modèle). Il y a lieu de prendre des précautions pour être certain que les temps d'intégration soient suffisamment longs pour les mesures des niveaux de pression acoustique à l'aide du sonomètre de référence et du sonomètre en essai.

NOTE - Pour des mesures répétitives effectuées dans des conditions d'essai identiques, un écart type de 0,05 dB sur les résultats des essais peut être atteint en utilisant des durées d'intégration de 2 min pour les fréquences supérieures ou égales à 500 Hz, de 8 min pour les fréquences supérieures ou égales à 250 Hz et inférieures à 500 Hz, de 15 min pour les fréquences supérieures ou égales à 125 Hz et inférieures à 250 Hz. Pour les fréquences inférieures à 125 Hz, des durées d'intégration supérieures à 15 min sont nécessaires.

B.1.5 Il est recommandé que les mesurages soient effectués dans un domaine de fréquences convenablement adapté au sonomètre en essai.

B.2 Mesure du niveau de sensibilité en champ diffus G_D par comparaison avec les niveaux de pression acoustique mesurés à l'aide d'un sonomètre de référence étalonné suivant l'article 4 et la procédure de l'annexe A

B.2.1 Pour chaque bande de fréquences centrée sur une fréquence donnée, il convient que les mesures et les calculs soient effectués comme suit:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex B
(informative)

Practical calibration method based on diffuse-field measurements

B.1 Measurement set-up

B.1.1 The reference sound measuring system should have a directivity factor as near unity as possible. The microphone support or any other equipment should not reflect sound directly to the microphone.

B.1.2 It is recommended that the reference sound level meter include a type LS2aP/LS2F or a type LS2bP microphone according to IEC 1094-1. For information, directivity factors and the differences Δ_{DP} between diffuse-field sensitivity level and pressure sensitivity level of a type LS2aP/LS2F microphone are given as a function of frequency in table B.1.

B.1.3 Sufficient diffusivity is not always attained in a reverberation room in the lower and higher frequency ranges. Therefore, measurements of diffuse-field sensitivity level should be obtained at several locations in the room. The microphone of the instrument under test and the reference sound level meter should be moved along circular paths through the room. The plane of the circle should not be parallel to any wall of the room. The radius of the circle should be the larger of 1 m, or three times the largest dimension of the sound level meter.

B.1.4 Sound field diffusivity may be improved by using at least two omnidirectional sound sources at the same time. The signals should not be correlated and should have nearly equal sound power for all frequency bands (for instance, two reference sound sources of the same type). Care should be taken to ensure sufficiently long integration times for measurements of sound pressure level by the reference sound level meter and the sound level meter under test.

NOTE - For repeated measurements under identical test conditions, a standard deviation of the test results of 0,05 dB can be achieved using integration times of 2 min at frequencies of 500 Hz and above, of 8 min at frequencies between 250 Hz and less than 500 Hz and of 15 min at frequencies between 125 Hz and less than 250 Hz. At frequencies below 125 Hz, integration times longer than 15 min are necessary.

B.1.5 Measurements should be carried out for a frequency range appropriate for the sound level meter under test.

B.2 Measurement of diffuse-field sensitivity level G_D by comparison with sound pressure levels measured by a reference sound level meter calibrated in accordance with clause 4 and the procedure of annex A

B.2.1 For each frequency band centred at a given frequency, measurements and calculations should be carried out as follows:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

B.2.2 On mesure le niveau de pression acoustique à l'aide du sonomètre de référence disposé à la place de l'instrument en essai. Soit $L_{D,ref}$ le niveau de pression acoustique mesuré (voir article 5).

B.2.3 On fixe l'instrument en essai sur le support de telle façon que le centre acoustique du microphone coïncide avec celui du sonomètre de référence. Soit L_D le niveau de pression acoustique mesuré.

B.2.4 On calcule ΔG_D donné par: $\Delta G_D = L_D - L_{D,ref}$ (voir équation 8).

B.2.5 On calcule G_D donné par: $G_D = \Delta G_D + G_{RI,ref}$ (voir équation 9).

B.3 Mesure du niveau de sensibilité en champ diffus G_D par comparaison avec les niveaux de pression acoustique mesurés à l'aide d'un sonomètre de référence étalonné en champ libre dont sont connus les niveaux de sensibilité en champ libre $G_{F,ref}$ et les facteurs de directivité γ_{ref}

B.3.1 Il convient que les niveaux de sensibilité en champ libre et les facteurs de directivité soient déterminés par la méthode décrite dans l'annexe A.

B.3.2 Il convient que pour chaque bande de fréquence centrée sur une fréquence donnée, les mesures et les calculs soient effectués comme suit:

B.3.3 On mesure le niveau de pression acoustique à l'aide du sonomètre de référence disposé à la place de l'instrument en essai. Soit $L_{D,ref}$ le niveau de pression acoustique mesuré (voir article 5).

B.3.4 On fixe l'instrument en essai sur le support de telle façon que le centre acoustique du microphone coïncide avec celui du sonomètre de référence. Soit L_D le niveau de pression acoustique mesuré.

B.3.5 On calcule ΔG_D donné par: $\Delta G_D = L_D - L_{D,ref}$ (voir équation 8).

B.3.6 On calcule G_D donné par: $G_D = \Delta G_D + G_{F,\,ref} - 10 \lg \gamma_{ref}$ (voir équation 10).

B.4 Mesure du niveau de sensibilité en champ diffus G_D par comparaison avec le niveau de pression acoustique mesuré à l'aide d'un sonomètre de référence étalonné en pression dont sont connus les niveaux de sensibilité en pression $G_{P,ref}$ et la différence Δ_{DP} entre le niveau de sensibilité en champ diffus et le niveau de sensibilité en pression

B.4.1 Si un microphone de modèle LS2aP/LS2F est utilisé comme référence, les différences entre les niveaux de sensibilité en champ diffus et ceux de la sensibilité en pression Δ_{DP} peuvent être prises dans le tableau B.1.

B.4.2 Pour chaque bande de fréquences centrée sur une fréquence donnée, il convient que les mesures et les calculs soient effectués comme suit:

B.4.3 On mesure le niveau de pression acoustique à l'aide du sonomètre de référence disposé à la place de l'instrument en essai. Soit $L_{D,ref}$ le niveau de pression acoustique mesuré (voir article 5).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

B.2.2 With the reference sound level meter replacing the instrument under test, measure the sound pressure level. Call the measured sound pressure level $L_{D,ref}$ (see clause 5).

B.2.3 Attach the instrument under test to the support in such a way that the acoustical centre of the microphone coincides with that of the reference sound level meter. Call the measured sound pressure level L_D.

B.2.4 Calculate $\Delta G_D = L_D - L_{D,ref}$ (see equation 8).

B.2.5 Calculate $G_D = \Delta G_D + G_{RI,ref}$ (see equation 9).

B.3 Measurement of diffuse-field sensitivity level G_D by comparison with sound pressure levels measured by a free-field calibrated reference sound level meter with known free-field sensitivity levels $G_{F,ref}$ and known directivity factors γ_{ref}

B.3.1 The free-field sensitivity levels and the directivity factors should be determined by the method described in annex A.

B.3.2 For each frequency band centred at a given frequency, measurements and calculations should be carried out as follows:

B.3.3 With the reference sound level meter replacing the instrument under test, measure the sound pressure level. Call the measured sound pressure level $L_{D,ref}$ (see clause 5).

B.3.4 Attach the instrument under test to the support in such a way that the acoustical centre of the microphone coincides with that of the reference sound level meter. Call the measured sound pressure level L_D.

B.3.5 Calculate $\Delta G_D = L_D - L_{D,ref}$ (see equation 8).

B.3.6 Calculate $G_D = \Delta G_D + G_{F,ref} - 10 \lg \gamma_{ref}$ (see equation 10).

B.4 Measurement of diffuse-field sensitivity level G_D by comparison with sound pressure levels measured by a pressure calibrated reference sound level meter with known pressure sensitivity level $G_{P,ref}$ and known difference Δ_{DP} between diffuse-field sensitivity level and pressure sensitivity level

B.4.1 If a type LS2aP/LS2F microphone is used as reference, the differences between diffuse-field and pressure sensitivity levels Δ_{DP} may be taken from table B.1.

B.4.2 For each frequency band centred at a given frequency, measurements and calculations should be carried out as follows:

B.4.3 With the reference sound level meter replacing the instrument under test, measure the sound pressure level. Call the measured sound pressure level $L_{D,ref}$ (see clause 5).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

B.4.4 On fixe l'instrument en essai sur le support de façon que le centre acoustique du microphone coïncide avec celui du sonomètre de référence. Soit L_D le niveau de pression acoustique mesuré.

B.4.5 On calcule ΔG_D donné par: $\Delta G_D = L_D - L_{D,ref}$ (voir équation 8).

B.4.6 On calcule G_D donné par: $G_D = \Delta G_D + (G_{P,ref} + \Delta_{DP})$ (voir équation 11).

Tableau B.1 – Caractéristiques du microphone de modèle LS2aP/LS2F

Fréquences normales Hz	10 fois le logarithme décimal du facteur de directivité γ dB	Différences entre les niveaux de sensibilité en champ diffus et en pression Δ_{DP} dB
25 à 800	0,00	0,00
1 000	0,05	0,00
1 250	0,10	0,00
1 600	0,20	0,05
2 000	0,20	0,10
2 500	0,35	0,10
3 150	0,65	0,15
4 000	0,85	0,25
5 000	1,25	0,40
6 300	1,80	0,65
8 000	2,45	1,20
10 000	3,30	1,90
12 500	4,30	2,70
16 000	5,30	3,05
20 000	6,70	2,20

NOTE - Toutes les valeurs ont été déterminées en utilisant des signaux sinusoïdaux.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

B.4.4 Attach the instrument under test to the support in such a way that the acoustical centre of the microphone coincides with that of the reference sound level meter. Call the measured sound pressure level L_D.

B.4.5 Calculate $\Delta G_D = L_D - L_{D,ref}$ (see equation 8).

B.4.6 Calculate $G_D = \Delta G_D + (G_{P,ref} + \Delta_{DP})$ (see equation 11).

Table B.1 – Characteristics of a type LS2aP/LS2F microphone

Preferred frequency Hz	10 times the logarithm to the base ten of the directivity factor γ dB	Difference between diffuse-field and pressure sensitivity levels Δ_{DP} dB
25 to 800	0,00	0,00
1 000	0,05	0,00
1 250	0,10	0,00
1 600	0,20	0,05
2 000	0,20	0,10
2 500	0,35	0,10
3 150	0,65	0,15
4 000	0,85	0,25
5 000	1,25	0,40
6 300	1,80	0,65
8 000	2,45	1,20
10 000	3,30	1,90
12 500	4,30	2,70
16 000	5,30	3,05
20 000	6,70	2,20

NOTE - All values were determined using pure tones.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

B.5 Méthode de mesure utilisée pour la détermination des valeurs données dans le tableau B.1

Un microphone dit de 1 pouce (B & K modèle 4144*) est utilisé comme émetteur acoustique. Le dispositif récepteur est composé du microphone en essai (B & K modèle 4180*), du préamplificateur de microphone (B & K modèle 2660*, modifié pour une coupure à 20 Hz des basses fréquences), un amplificateur de mesure (B & K modèle 2636* avec une coupure externe à 150 Hz des basses fréquences), un analyseur à bandes étroites (B & K modèle 2010*) réglé sur le filtre de largeur de bande 31,6 Hz et un système d'analyse numérique du signal possédant un convertisseur A/N de 12 bits relié à un gros calculateur numérique.

Le signal reçu est reconstitué à partir de quatre échantillons d'amplitude prédéterminés également espacés en phase à l'intérieur de chaque période du signal. Chaque échantillon d'amplitude utilisé pour la suite des calculs est obtenu en faisant la moyenne de près de 30 000 échantillons individuels. La réponse fréquentielle est construite à partir de 270 mesures, espacées logarithmiquement dans le domaine 900 Hz à 20 kHz. Une fonction d'interpolation dite «spline» (fonction du $3^{ème}$ ordre) est utilisée. La fonction de sensibilité est alors lissée en ajustant les valeurs individuelles de la fonction de façon à obtenir une courbure maximale prédéterminée, en effaçant ainsi les «ondulations» de la courbe dues aux réflexions inévitables de la salle.

Les valeurs du tableau sont celles de la fonction de sensibilité lissée correspondant aux fréquences normales, arrondies à 0,05 dB.

L'incertitude de la mesure est estimée à ± 0,03 dB.

---

* B & K: Brüel & Kjaer – L'appellation commerciale du produit est un exemple de produit approprié disponible sur le marché. Cette information est donnée à l'attention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

B.5 Measuring method used for determination of values given in table B.1

A one inch microphone (B & K type 4144*) was used as sound transmitter. The receiving system was composed of: the microphone under test (B & K type 4180*), a microphone preamplifier (B & K type 2660*, modified for 20 Hz low frequency cut-off), a measuring amplifier (B & K type 2636* with an external 150 Hz low frequency cut-off filter), a narrow band analyser (B & K type 2010*) set up for filtering with 31,6 Hz bandwidth and a digital signal analysing system with an 12 bit analogue-to-digital converter connected to a large-scale digital computer.

The received signal was reconstructed from four predetermined amplitude samples equally spaced with respect to phase within each signal period. Each amplitude sample used for the following calculations was an average of up to 30 000 individual samples. The frequency response function was constructed from 270 measurements, logarithmically spaced in the range 900 Hz to 20 kHz. For interpolation, a "spline" function (3rd order function) was used. The sensitivity function was then smoothed by adjusting the individual function values until a predescribed maximum bending was obtained, hereby removing "waves" on the curve resulting from undesired room reflections.

The table values were found from the smoothed sensitivity function at the preferred frequencies and rounded to 0,05 dB.

The measurement uncertainty was estimated to be ± 0,03 dB.

---

* B & K: Brüel & Kjaer – The trade-name of product is an example of a suitable product available commercially. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of this product.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 17.140.50

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND