NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
1043

Première édition
First edition
1993-12

Electroacoustique – Instruments pour la mesure de l'intensité acoustique – Mesure au moyen d'une paire de microphones de pression

Electroacoustics – Instruments for the measurement of sound intensity – Measurement with pairs of pressure sensing microphones

© CEI 1993 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 V

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 6

INTRODUCTION 8

Articles

1 Domaine d'application 10

2 Références normatives 10

3 Définitions 12

4 Classes de précision 16

5 Conditions d'environnement de référence 18

6 Prescriptions concernant les calculateurs d'intensité acoustique 18

6.1 Domaine de fréquences 18
6.2 Filtrage 18
6.3 Pondération A 18
6.4 Exactitude de l'indicateur 20
6.5 Possibilités concernant l'espacement des microphones 20
6.6 Présentation des résultats 20
6.7 Durée d'intégration 20
6.8 Aptitude à la mesure des signaux impulsionnels 22
6.9 Ecart de champ résiduel 22
6.10 Possibilités de compensation de phase 22
6.11 Possibilités de sélection de gammes 22
6.12 Indication de surcharge 24
6.13 Possibilités de corrections en fonction de la pression atmosphérique et de la température 24
6.14 Conditions ambiantes de fonctionnement 24

7 Prescriptions concernant les sondes d'intensité acoustique 24

7.1 Construction mécanique 24
7.2 Réponse en pression 26
7.3 Réponse en intensité 26
7.4 Caractéristiques de réponse directionnelle 28
7.5 Caractéristiques en ondes stationnaires 30
7.6 Ecart de champ résiduel 30
7.7 Conditions d'environnement 32

8 Prescriptions concernant les instruments pour la mesure de l'intensité acoustique 32

9 Prescriptions concernant l'alimentation 32

CONTENTS

Page

FOREWORD 7

INTRODUCTION 9

Clause

1 Scope 11

2 Normative references 11

3 Definitions 13

4 Grades of accuracy 17

5 Reference environmental conditions 19

6 Sound intensity processors: requirements 19

6.1 Frequency range 19
6.2 Filtering 19
6.3 A-weighting 19
6.4 Indicator accuracy 21
6.5 Provision for microphone separation 21
6.6 Presentation of results 21
6.7 Time averaging 21
6.8 Crest factor handling 23
6.9 Pressure-residual intensity index 23
6.10 Provision for phase compensation 23
6.11 Provision for range setting 23
6.12 Provision for overload indication 25
6.13 Provision for corrections for atmospheric pressure and temperature 25
6.14 Operating environment 25

7 Sound intensity probes: requirements 25

7.1 Mechanical construction 25
7.2 Response to sound pressure 27
7.3 Response to sound intensity 27
7.4 Directional response characteristics 29
7.5 Performance in a standing wave field 31
7.6 Pressure-residual intensity index 31
7.7 Environmental conditions 33

8 Sound intensity instruments: requirements 33

9 Power supplies: requirements 33

Articles Pages

10 Prescriptions concernant les calibreurs de sondes d'intensité acoustique 32
10.1 Calibreurs de pression acoustique 32
10.2 Dispositifs d'essai de l'intensité résiduelle 32
10.3 Calibreurs d'intensité acoustique 34
11 Vérification des caractéristiques des calculateurs d'intensité acoustique 34
11.1 Filtres d'octave et de tiers d'octave 34
11.2 Indication de l'intensité acoustique 36
11.3 Durée d'intégration 36
11.4 Aptitude à la mesure des signaux impulsionnels 38
11.5 Ecart de champ résiduel et domaine de fonctionnement 38
12 Vérification des caractéristiques des sondes d'intensité acoustique 40
12.1 Réponse en fréquence 40
12.2 Caractéristiques directionnelles 42
12.3 Caractéristiques dans un champ d'ondes stationnaires 42
12.4 Ecart de champ résiduel 42
13 Vérification des caractéristiques des calibreurs 44
13.1 Calibreurs de pression acoustique 44
13.2 Dispositifs d'essai de l'intensité résiduelle 44
13.3 Calibreurs d'intensité acoustique 44
14 Etalonnage et vérification *in situ* 46
15 Marquage et notices techniques 48
15.1 Marquage 48
15.2 Notices techniques 48

Annexes

A Procédures de vérification périodique 52
B Calculateurs d'intensité acoustique à sélection automatique 56
C Calculateurs d'intensité acoustique basés sur des analyseurs à transformée de Fourier discrète convertissant des bandes étroites en bandes d'octave ou de tiers d'octave 58
D Circuits RC pour produire des déphasages connus 64
E Indice de capacité dynamique 66

Clause Page

10 Sound intensity probe calibrators: requirements 33
10.1 Sound pressure calibrators 33
10.2 Residual intensity testing devices 33
10.3 Sound intensity calibrators 35
11 Sound intensity processors: performance verification 35
11.1 Octave and one-third octave filters 35
11.2 Sound intensity indication 37
11.3 Time averaging 37
11.4 Crest factor handling 39
11.5 Pressure-residual intensity index and operating range 39
12 Sound intensity probes: performance verification 41
12.1 Frequency response 41
12.2 Directional response 43
12.3 Performance in a standing wave field 43
12.4 Pressure-residual intensity index 43
13 Calibrators: performance verification 45
13.1 Sound pressure calibrators 45
13.2 Residual intensity testing devices 45
13.3 Sound intensity calibrators 45
14 Field calibration and checks 47
15 Marking and instruction manuals 49
15.1 Marking 49
15.2 Instruction manuals 49

Annexes

A Periodic verification procedures 53
B Sound intensity processors employing autoranging 57
C Sound intensity processors based on DFT analysers converting narrow bands to one-octave or one-third octave 59
D RC networks for generating known phase shifts 65
E Dynamic capability index 67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLECTROACOUSTIQUE – INSTRUMENTS POUR LA MESURE DE L'INTENSITÉ ACOUSTIQUE – MESURE AU MOYEN D'UNE PAIRE DE MICROPHONES DE PRESSION

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.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 1043 a été établie par le comité d'études 29 de la CEI: Electroacoustique.

Cette norme complète la série des normes internationales déjà préparées ou en préparation par le sous-comité 1 du comité 43 de l'ISO: Acoustique/bruit, ISO/TC43/SC1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
29(BC)185	29(BC)211

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, C, D et E sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROACOUSTICS – INSTRUMENTS FOR THE MEASUREMENT OF SOUND INTENSITY – MEASUREMENT WITH PAIRS OF PRESSURE SENSING MICROPHONES

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.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 1043 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

This standard completes the series of International Standards already prepared or in preparation by subcommittee 1 of ISO committee 43: Acoustics/noise, ISO/TC 43/SC1.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
29(CO)185	29(CO)211

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B, C, D and E are for information only.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale spécifie les prescriptions concernant les instruments pour la mesure de l'intensité acoustique, comprenant les sondes et les dispositifs de traitement du signal, et qui mesurent l'intensité acoustique au moyen d'une paire de microphones de pression disposés à une certaine distance l'un de l'autre. Ces instruments, ainsi que d'autres qui utilisent des principes de mesure différents font encore l'objet d'études.

Les instruments pour la mesure de l'intensité acoustique ont deux applications principales. La première concerne l'étude du rayonnement des sources sonores. La seconde est la détermination de la puissance acoustique des sources, particulièrement *in situ* où la mesure de l'intensité acoustique permet de déterminer la puissance acoustique dans des conditions d'environnement qui ne permettent pas une telle détermination au moyen de mesures de pression acoustique.

La présente Norme internationale s'applique aux instruments qui sont utilisés pour la détermination de la puissance acoustique conformément aux prescriptions de l'ISO 9614-1 et garantit des caractéristiques bien définies pour les instruments qui sont utilisés pour d'autres applications.

Les prescriptions et les tolérances sont basées sur une technologie instrumentale existante et sur des prescriptions industrielles typiques en ce qui concerne l'indice de capacité dynamique.

Les prescriptions concernant la vérification des caractéristiques des sondes et des dispositifs de traitement du signal correspondent aux essais de type. On donne en annexe A un plan de vérification périodique, servant de base aux réétalonnages périodiques exigés dans beaucoup de pays.

Les sondes et les dispositifs de traitement de signal sont traités séparément et ensemble; dans ce dernier cas, ils sont dénommés «instruments».

INTRODUCTION

This International Standard specifies the requirements for sound intensity instruments, comprising sound intensity probes and processors, which detect sound intensity by pairs of spatially separated pressure sensing microphones. These instruments, and others employing different detection methods, are still the subject of development.

Sound intensity instruments have two main applications. The first is the investigation of the radiation characteristics of sound sources. The second is the determination of the sound power of sources, especially *in situ*, where sound intensity measurement enables sound power determination to be made under acoustical conditions which render determination by sound pressure measurement impossible.

This International Standard applies to instruments to be used for the determination of sound power in accordance with the requirements of ISO 9614-1 and ensures well-defined performance for instruments used in other applications.

Specifications and tolerances are based on current instrument technology and on typical industrial requirements for dynamic capability index.

Requirements for the verification of performance of probes and processors are written in terms of type tests. A scheme for periodic verification, serving as the basis of the periodic recalibrations required in many countries, is given in annex A.

Probes and processors are treated separately and together; in the latter case they are called "instruments".

ÉLECTROACOUSTIQUE – INSTRUMENTS POUR LA MESURE DE L'INTENSITÉ ACOUSTIQUE MESURE AU MOYEN D'UNE PAIRE DE MICROPHONES DE PRESSION

1 Domaine d'application

Le but essentiel de la présente norme est d'assurer l'exactitude des mesures de l'intensité acoustique, appliquées à la détermination de la puissance acoustique, conformément à l'ISO 9614-1. Pour satisfaire aux prescriptions de l'ISO 9614-1, les instruments doivent analyser l'intensité acoustique en bandes d'octave ou de tiers d'octave, et peuvent éventuellement indiquer des niveaux correspondant à la pondération fréquentielle A. Ils doivent également mesurer le niveau de pression acoustique en plus du niveau d'intensité acoustique de façon à faciliter l'utilisation des indicateurs de champ décrits dans l'ISO 9614-1.

La présente norme internationale s'applique uniquement aux instruments qui mesurent l'intensité acoustique au moyen d'une paire de microphones de pression séparés dans l'espace.

La présente norme internationale donne les prescriptions concernant les caractéristiques des instruments utilisés pour la mesure de l'intensité acoustique, ainsi que celles des calibreurs associés.

Ces prescriptions sont destinées à réduire au minimum toute différence pouvant apparaître dans des mesures équivalentes effectuées en utilisant des instruments différents, y compris des instruments comportant des sondes et des dispositifs de traitement du signal provenant de constructeurs différents.

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.

ISO 9614-1: 1993, *Acoustique – Détermination par mesurage de l'intensité acoustique, des niveaux de puissance acoustique des sources de bruit – Partie 1: Mesurage en des points discrets*

CEI 651: 1979, *Sonomètres*

CEI 942: 1988, *Calibreurs acoustiques*

CEI 1260: 19XX, *Spécifications de filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave* (en préparation). (Révision de la CEI 225: 1966).

ELECTROACOUSTICS – INSTRUMENTS FOR THE MEASUREMENT OF SOUND INTENSITY – MEASUREMENT WITH PAIRS OF PRESSURE SENSING MICROPHONES

1 Scope

The primary purpose of this Standard is to ensure the accuracy of measurements of sound intensity applied to the determination of sound power in accordance with ISO 9614-1. To meet the requirements of that standard, instruments are required to analyse the sound intensity in one-third octave or octave bands, and optionally to provide A-weighted band levels. They are also required to measure sound pressure level in addition to sound intensity level to facilitate the use of the field indicators described in ISO 9614-1.

This International Standard only applies to instruments which detect sound intensity by pairs of spatially separated pressure sensing microphones.

This International Standard specifies performance requirements for instruments used for the measurement of sound intensity, and their associated calibrators.

The requirements are intended to reduce to a practical minimum any differences in equivalent measurements made using different instruments, including instruments comprising probes and processors from different manufacturers.

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 the normative documents listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 9614-1: 1993, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

IEC 651: 1979, *Sound level meters*

IEC 942: 1988, *Sound calibrators*

IEC 1260: 19XX, *Specification for octave-band and fractional octave-band filters* (under consideration). (Revision of IEC 225: 1966)