

Measurement microphones - Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 61094-2:2002 sisaldab Euroopa standardi EN 61094-2:1993 ingliskeelset teksti.

Standard on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 18.12.2002 käskkirjaga ja jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teatajas.

Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.

This Estonian standard EVS-EN 61094-2:2002 consists of the English text of the European standard EN 61094-2:1993.

This standard is ratified with the order of Estonian Centre for Standardisation dated 18.12.2002 and is endorsed with the notification published in the official bulletin of the Estonian national standardisation organisation.

The standard is available from Estonian standardisation organisation.

ICS 17.140.50, 33.160.50

acoustic measurement, acoustic pressure, calibration, condenser microphones, electro acoustics, microphones, sensitivity

Standardite reprodutseerimis- ja levitamiseõigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonilisse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel on keelatud ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:
Aru 10 Tallinn 10317 Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

Right to reproduce and distribute belongs to the Estonian Centre for Standardisation

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, without permission in writing from Estonian Centre for Standardisation.

If you have any questions about standards copyright, please contact Estonian Centre for Standardisation:
Aru str 10 Tallinn 10317 Estonia; www.evs.ee; Phone: 605 5050; E-mail: info@evs.ee

UDC 621.395.61:621.317.08:534.86:534.6.08

Descriptors: Electroacoustics, microphones, condenser microphones, calibration, acoustic pressure, acoustic measurement, sensitivity

ENGLISH VERSION

Measurement microphones

Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique

(IEC 1094-2:1992)

Microphones de mesure

Partie 2: Méthode primaire pour l'étalonnage en pression des microphones étalons de laboratoire par la méthode de réciprocité

(CEI 1094-2:1992)

Meßmikrofone

Teil 2: Primärverfahren zur Druckkammer-Kalibrierung von Laboratorium-Normalmikrofonen nach der Reziprozitätsmethode

(IEC 1094-2:1992)

This European Standard was approved by CENELEC on 1993-09-22.

CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brussels

FOREWORD

The CENELEC questionnaire procedure, performed for finding out whether or not the International Standard IEC 1094-2:1992 could be accepted without textual changes, has shown that no common modifications were necessary for the acceptance as European Standard.

The reference document was submitted to the CENELEC members for formal vote and was approved by CENELEC as EN 61094-2 on 22 September 1993.

The following dates were fixed:

- latest date of publication of an identical national standard (dop) 1994-09-01
- latest date of withdrawal of conflicting national standards (dow) 1994-09-01

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard. Annexes designated "informative" are given only for information. In this standard, annexes A, B and ZA are normative and annexes C, D, E and F are informative.

ENDORSEMENT NOTICE

The text of the International Standard IEC 1094-2:1992 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

ANNEX ZA (normative)

OTHER INTERNATIONAL PUBLICATIONS QUOTED IN THIS STANDARD WITH THE REFERENCES OF THE RELEVANT EUROPEAN PUBLICATIONS

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

NOTE : When the international publication has been modified by CENELEC common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

IEC Publication	Date	Title	EN/HD	Date
-----	----	-----	-----	----
27-2	1972	Letter symbols to be used in electrical technology - Part 2: Telecommunications and electronics	HD 245.2 S1*	1983
1094-1	1991	Measurement microphones Part 1: Specifications for laboratory standard microphones (corrigendum February 1993)	-	-

* HD 245.2 S1 is based on IEC 27-2:1972 + IEC 27-2A:1975 + IEC 27-2B:1980

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1094-2**

Première édition
First edition
1992-03

Microphones de mesure

Partie 2:

Méthode primaire pour l'étalonnage en pression
des microphones étalons de laboratoire par
la méthode de réciprocité

Measurement microphones

Part 2:

Primary method for pressure calibration of
laboratory standard microphones by
the reciprocity technique



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1094-2: 1992

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

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 60 000 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.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1094-2**

Première édition
First edition
1992-03

Microphones de mesure

Partie 2:

Méthode primaire pour l'étalonnage en pression
des microphones étalons de laboratoire par
la méthode de réciprocité

Measurement microphones

Part 2:

Primary method for pressure calibration of
laboratory standard microphones by
the reciprocity technique

© CEI 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized
in any form or by any means, electronic or mechanical,
including photocopying and microfilm, without permission
in writing from the publisher

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	8
3.1 microphone réciproque	8
3.2 argument de l'efficacité en pression d'un microphone	8
3.3 impédance électrique de transfert	10
3.4 impédance acoustique de transfert	10
3.5 coupleur	10
4 Conditions ambiantes de référence	10
5 Principe de l'étalonnage en pression par réciprocité	10
5.1 Principe général	10
5.1.1 Principes généraux de la méthode utilisant trois micropho- nes	10
5.1.2 Principes généraux de la méthode utilisant deux microphones et une source sonore auxiliaire	12
5.2 Expressions de base	12
5.3 Technique de la tension insérée	14
5.4 Evaluation de l'impédance acoustique de transfert	14
5.5 Correction de conduction thermique	18
5.6 Correction de tube capillaire	18
5.7 Expressions finales de l'efficacité en pression	20
5.7.1 Méthode utilisant trois microphones	20
5.7.2 Méthode utilisant deux microphones et une source sonore auxiliaire	20
6 Grandeurs d'influence sur l'efficacité en pression	22
6.1 Généralités	22
6.2 Tension de polarisation	22
6.3 Configuration de référence du blindage	22
6.4 Distribution de la pression sur la membrane	22
6.5 Influence des conditions d'environnement	24
6.5.1 Pression statique	24
6.5.2 Température du microphone	24
6.5.3 Humidité	24
6.5.4 Conditions atmosphériques	26
7 Incertitude d'étalonnage	26
7.1 Généralités	26
7.2 Impédance électrique de transfert	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
3.1 reciprocal microphone	9
3.2 phase angle of pressure sensitivity of a microphone	9
3.3 electrical transfer impedance	11
3.4 acoustic transfer impedance	11
3.5 coupler	11
4 Reference environmental conditions	11
5. Principles of pressure calibration by reciprocity	11
5.1 General principle	11
5.1.1 General principles using three microphones	11
5.1.2 General principles using two microphones and an auxiliary sound source	13
5.2 Basic expressions	13
5.3 Insert voltage technique	15
5.4 Evaluation of the acoustic transfer impedance	15
5.5 Heat-conduction correction	19
5.6 Capillary tube correction	19
5.7 Final expressions for the pressure sensitivity	21
5.7.1 Method using three microphones	21
5.7.2 Method using two microphones and an auxiliary sound source	21
6 Factors influencing the pressure sensitivity	23
6.1 General	23
6.2 Polarizing voltage	23
6.3 Ground shield reference configuration	23
6.4 Pressure distribution over the diaphragm	23
6.5 Dependence on environmental conditions	25
6.5.1 Static pressure	25
6.5.2 Temperature of microphone	25
6.5.3 Humidity	25
6.5.4 Atmospheric conditions	27
7 Calibration uncertainty components	27
7.1 General	27
7.2 Electrical transfer impedance	27

Articles	Pages
7.3 Impédance acoustique de transfert	26
7.3.1 Généralités	26
7.3.2 Dimensions des coupleurs	26
7.3.3 Cavité frontale	28
7.3.4 Impédance acoustique	30
7.3.5 Grandeurs physiques	30
7.3.6 Conditions d'environnement	30
7.3.7 Facteurs correctifs	30
7.4 Tension de polarisation	30
7.5 Incertitude sur le niveau d'efficacité en pression	32
ANNEXES	
A Conduction thermique dans une cavité close	34
B Impédance acoustique d'un tube capillaire	38
C Exemples de coupleurs cylindriques pour l'étalonnage des microphones	44
C.1 Coupleurs en ondes planes	44
C.2 Coupleurs de grands volumes	46
D Influence de l'environnement sur l'efficacité des microphones	52
D.1 Généralités	52
D.2 Influence de la pression statique	52
D.3 Influence de la température	54
E Méthodes de détermination des paramètres des microphones	58
E.1 Profondeur de la cavité frontale	58
E.2 Volume de la cavité frontale et volume équivalent	58
E.3 Impédance acoustique du microphone	60
F Grandeurs physiques	62

Clause	Page
7.3 Acoustic transfer impedance	27
7.3.1 General	27
7.3.2 Coupler dimensions	27
7.3.3 Front cavity	29
7.3.4 Acoustic impedance	31
7.3.5 Physical quantities	31
7.3.6 Environmental conditions	31
7.3.7 Correction factors	31
7.4 Polarizing voltage	31
7.5 Uncertainty on pressure sensitivity level	33
 ANNEXES	
A Heat conduction in a closed cavity	35
B Acoustic impedance of a capillary tube	39
C Examples of cylindrical couplers for calibration of microphones	45
C.1 Plane-wave couplers	45
C.2 Large-volume couplers	47
D Environmental influence on the sensitivity of microphones	53
D.1 General	53
D.2 Dependence on static pressure	53
D.3 Dependence on temperature	55
E Methods for determining microphone parameters	59
E.1 Front cavity depth	59
E.2 Front cavity volume and equivalent volume	59
E.3 Acoustic impedance of the microphone	61
F Physical quantities	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MICROPHONES DE MESURE

Partie 2: Méthode primaire pour l'étalonnage en pression des microphones étalons de laboratoire par la méthode de réciprocité

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente partie de la Norme internationale CEI 1094 a été établie par le Comité d'Etudes n° 29 de la CEI: Electroacoustique.

Le texte de cette partie est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
29(BC)159	29(BC)164

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

Les annexes A et B sont partie intégrante de la présente partie.

Les annexes C, D, E et F sont informatives.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASUREMENT MICROPHONES

**Part 2: Primary method for pressure calibration
of laboratory standard microphones
by the reciprocity technique**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This part of International Standard IEC 1094 has been prepared by IEC Technical Committee No. 29: Electroacoustics.

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

DIS	Report on Voting
29(CO)159	29(CO)164

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

Annexes A and B form an integral part of this standard.

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

MICROPHONES DE MESURE

Partie 2: Méthode primaire pour l'étalonnage en pression des microphones étalons de laboratoire par la méthode de réciprocité

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 1094

- est applicable aux microphones étalons de laboratoire répondant aux prescriptions de la CEI 1094-1 et aux autres types de microphones à condensateur présentant les mêmes dimensions mécaniques;

- spécifie une méthode primaire de détermination de l'efficacité en pression de manière à établir une base reproductible et exacte pour la mesure de la pression 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 partie de la CEI 1094. Au moment de la publication de cette partie, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 1094 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur:

CEI 27-2: 1972, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique - Deuxième partie : Télécommunications et électronique.*

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

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 1094, les définitions suivantes s'appliquent en plus des définitions données dans la CEI 1094-1:

3.1 microphone réciproque: Microphone linéaire passif pour lequel l'impédance de transfert inverse, entrée en circuit ouvert et l'impédance de transfert direct, sortie en circuit ouvert (voir 206 de la CEI 27-2) sont égales en valeur absolue.

3.2 argument de l'efficacité en pression d'un microphone: Pour une fréquence donnée, angle de phase entre la tension à circuit ouvert et la pression acoustique uniforme agissant sur la membrane.

Unité: degré ou radian (° ou rad).

MEASUREMENT MICROPHONES

Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique

1 Scope

This part of IEC 1094

- is applicable to laboratory standard microphones meeting the requirements of IEC 1094-1 and other types of condenser microphones having the same mechanical dimensions;
- specifies a primary method of determining the pressure sensitivity so as to establish a reproducible and accurate basis for the measurement of sound pressure.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 1094. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 1094 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.

IEC 27: 1972, *Letter symbols to be used in electrical technology - Part 2: Telecommunications and electronics*.

IEC 1094-1: 1991, *Measurement microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones*.

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 1094, the following definitions apply in addition to the definitions given in IEC 1094-1.

3.1 reciprocal microphone: A linear passive microphone for which the open-circuit reverse and forward transfer impedances (see 206 in IEC 27-2) are equal in magnitude.

3.2 phase angle of pressure sensitivity of a microphone: For a given frequency, the phase angle between the open-circuit voltage and the uniform sound pressure acting on the diaphragm.

Unit: degree or radian ($^{\circ}$ or rad).