

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61094-5**

Première édition  
First edition  
2001-10

---

---

**Microphones de mesure –**

**Partie 5:  
Méthodes pour l'étalonnage en pression  
par comparaison des microphones étalons  
de travail**

**Measurement microphones –**

**Part 5:  
Methods for pressure calibration of working  
standard microphones by comparison**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61094-5:2001

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions 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.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/catlg-f.htm](http://www.iec.ch/catlg-f.htm)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

## Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/catlg-e.htm](http://www.iec.ch/catlg-e.htm)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

61094-5

Première édition  
First edition  
2001-10

---

---

**Microphones de mesure –**

**Partie 5:  
Méthodes pour l'étalonnage en pression  
par comparaison des microphones étalons  
de travail**

**Measurement microphones –**

**Part 5:  
Methods for pressure calibration of working  
standard microphones by comparison**

© IEC 2001 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.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

Q

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
1 Domaine d'application .....	6
2 Références normatives.....	6
3 Termes et définitions .....	6
4 Conditions ambiantes de référence.....	8
5 Principes de l'étalonnage en pression par comparaison.....	8
5.1 Principes .....	8
5.2 Mesure des tensions de sortie des microphones.....	10
6 Grandeurs d'influence sur l'efficacité en pression.....	10
6.1 Généralités.....	10
6.2 Fuite d'égalisation de pression des microphones.....	10
6.3 Tension de polarisation .....	12
6.4 Configuration du blindage de référence.....	12
6.5 Distribution de la pression sur la membrane.....	12
6.6 Influence des conditions ambiantes.....	14
6.7 Validation .....	14
7 Composantes d'incertitudes d'un étalonnage.....	14
7.1 Généralités.....	14
7.2 Efficacité du microphone de référence.....	14
7.3 Mesure de la tension de sortie du microphone.....	14
7.4 Différences entre les pressions acoustiques appliquées sur le microphone en essai et celles appliquées sur le microphone de référence .....	16
7.5 Incertitude sur le niveau d'efficacité en pression .....	16
Annexe A (informative) Exemples de coupleurs et de gabarits-soutports pour une excitation simultanée.....	18
Annexe B (informative) Exemples de coupleurs pour une excitation séquentielle.....	24
Annexe C (informative) Détermination de l'efficacité en circuit ouvert d'un microphone de mesure sans utilisation de la technique de la tension insérée .....	28
Annexe D (informative) Analyse typique d'incertitude.....	30
Bibliographie.....	34
Figure A.1 – Coupleur utilisable avec des microphones de type WS2.....	18
Figure A.2 – Gabarit-support adapté au couplage d'un microphone de type LS2 et d'un microphone de type WS2.....	20
Figure A.3 – Exemple de disposition de microphones de types LS2 et WS2 à l'aide d'un gabarit-support.....	20
Figure A.4 – Exemple de disposition de microphones de types LS2 et WS3 à l'aide d'un gabarit-support.....	20
Figure B.1 – Coupleur utilisable avec des microphones de type LS1.....	24
Figure B.2 – Coupleur utilisable avec les microphones de type WS2 .....	26
Tableau A.1 – Corrections calculées à ajouter au niveau d'efficacité d'un microphone de type WS3 quand on utilise le dispositif de la figure A.4 .....	22
Tableau D.1 – Incertitudes .....	32

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions .....	7
4 Reference environmental conditions.....	9
5 Principles of pressure calibration by comparison .....	9
5.1 Principles .....	9
5.2 Measuring the output voltages of the microphones .....	11
6 Factors influencing the pressure sensitivity .....	11
6.1 General .....	11
6.2 Microphone pressure equalizing leakage.....	11
6.3 Polarising voltage .....	13
6.4 Ground shield reference configuration.....	13
6.5 Pressure distribution over the diaphragms.....	13
6.6 Dependence on environmental conditions .....	15
6.7 Validation .....	15
7 Calibration uncertainty components.....	15
7.1 General .....	15
7.2 Sensitivity of the reference microphone.....	15
7.3 Measurements of microphone output .....	15
7.4 Differences between the sound pressure at the test microphone and that at the reference microphone.....	17
7.5 Uncertainty on pressure sensitivity level.....	17
Annex A (informative) Examples of couplers and jigs for simultaneous excitation.....	19
Annex B (informative) Examples of couplers for sequential excitation .....	25
Annex C (informative) Determining the open-circuit sensitivity of a measurement microphone without using the insert-voltage method .....	29
Annex D (informative) Typical uncertainty analysis .....	31
Bibliography.....	35
Figure A.1 – A coupler for use with WS2 microphones.....	19
Figure A.2 – A jig fitted with an LS2 and WS2 microphone.....	21
Figure A.3 – Example arrangement of LS2 and WS2 microphones in a jig.....	21
Figure A.4 – Example arrangement of LS2 and WS3 microphones in a jig.....	21
Figure B.1 – A coupler for use with LS1 microphones .....	25
Figure B.2 – A coupler for use with WS2 microphones.....	27
Table A.1 – Calculated corrections to be added to the sensitivity level of the WS3 microphone when using the arrangement in figure A.4 .....	23
Table D.1 – Uncertainties .....	33

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MICROPHONES DE MESURE –

### Partie 5: Méthodes pour l'étalonnage en pression par comparaison des microphones étalons de travail

#### 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61094-5 a été établie par le comité d'études 29 de la CEI: Electroacoustique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
29/495/FDIS	29/497/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENT MICROPHONES –****Part 5: Methods for pressure calibration of working standard microphones by comparison**

## 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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61094-5 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

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

FDIS	Report on voting
29/495/FDIS	29/497/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

## MICROPHONES DE MESURE –

### Partie 5: Méthodes pour l'étalonnage en pression par comparaison des microphones étalons de travail

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61094 s'applique aux microphones étalons de travail munis d'une grille de protection amovible satisfaisant aux prescriptions de la CEI 61094-4 et aux microphones étalons de laboratoire satisfaisant aux prescriptions de la CEI 61094-1.

La présente partie de la CEI 61094 décrit également des méthodes pour déterminer l'efficacité en pression par comparaison, soit à un microphone étalon de laboratoire qui a été étalonné selon la CEI 61094-2, soit à un autre microphone étalon de travail qui a été étalonné selon la présente partie de la CEI 61094.

D'autres méthodes de comparaison basées sur les principes décrits dans la CEI 61094-2 sont possibles mais hors du champ d'application de cette partie.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61094. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61094 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 61094-1, *Microphones de mesure – Partie 1: Spécifications des microphones étalons de laboratoire*

CEI 61094-2:1992, *Microphones de mesure – Partie 2: Méthode primaire pour l'étalonnage en pression des microphones étalons de laboratoire par la méthode de réciprocité*

CEI 61094-4, *Microphones de mesure – Partie 4: Spécifications des microphones étalons de travail*

ISO/IEC GUIDE EXPRES:1995, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)*

#### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61094, les définitions suivantes s'appliquent en plus des définitions données dans la CEI 61094-1.

##### 3.1

##### **microphone de référence**

microphone étalon de laboratoire ou microphone étalon de travail dont l'efficacité en pression a été déterminée auparavant



## MEASUREMENT MICROPHONES –

### Part 5: Methods for pressure calibration of working standard microphones by comparison

#### 1 Scope

This part of IEC 61094 is applicable to working standard microphones with removable protection grids meeting the requirements of IEC 61094-4 and to laboratory standard microphones meeting the requirements of IEC 61094-1.

This part of IEC 61094 also describes methods of determining the pressure sensitivity by comparison with either a laboratory standard microphone that has been calibrated according to IEC 61094-2, or another working standard microphone that has been calibrated according to this part of IEC 61094.

Alternative comparison methods based on the principles described in IEC 61094-2 are possible but beyond the scope of this part of IEC 61094.

#### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61094. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61094 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 61094-1, *Measurement microphones – Part 1: Specifications for laboratory standard microphones*

IEC 61094-2:1992, *Measurement microphones – Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*

IEC 61094-4, *Measurement microphones – Part 4: Specifications for working standard microphones*

ISO/IEC GUIDE EXPRES:1995, *Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*

#### 3 Terms and definitions

For the purpose of this part of IEC 61094, the following definitions apply in addition to the definitions given in IEC 61094-1.

##### 3.1

##### **reference microphone**

laboratory standard microphone or working standard microphone of previously determined pressure sensitivity

### 3.2

#### **microphone en essai**

microphone étalon de laboratoire ou microphone étalon de travail destiné à être étalonné par comparaison à un microphone de référence

### 3.3

#### **microphone de contrôle**

microphone destiné à mesurer les variations de la pression acoustique à l'intérieur d'un coupleur

### 3.4

#### **coupleur**

dispositif qui, couplé à des microphones, forme une cavité remplie d'un gaz, de forme et de dimensions prédéterminées, et qui constitue un élément de couplage acoustique entre les microphones ainsi qu'entre les microphones et la source sonore

### 3.5

#### **gabarit-support**

dispositif qui, adapté à des microphones, maintient ceux-ci de façon que les membranes soient disposées face à face et soient séparées par une faible distance sans former entre eux un espace clos

## 4 Conditions ambiantes de référence

Les conditions ambiantes de référence sont:

- température: 23,0 °C
- pression statique: 101,325 kPa
- taux d'humidité relative: 50 %

## 5 Principes de l'étalonnage en pression par comparaison

### 5.1 Principes

#### 5.1.1 Principe général

L'efficacité en pression d'un microphone de mesure s'applique pour une pression acoustique uniformément appliquée sur la membrane. Par conséquent, l'efficacité en pression ne peut être déterminée en principe que pour des microphones dont il est possible de démonter la grille de protection afin que la membrane puisse être exposée directement à l'onde acoustique.

Le principe de ces méthodes de comparaison consiste à exposer le microphone de référence et le microphone en essai à la même pression acoustique, soit simultanément, soit successivement. Ainsi le rapport de leurs efficacités en pression est donné par le rapport de leurs tensions en circuit ouvert. L'efficacité (aussi bien en module qu'en phase) du microphone en essai peut alors être calculée à partir de l'efficacité du microphone de référence.

Le principe de la méthode permet d'associer le microphone en essai à un préamplificateur particulier et l'efficacité peut se référer à la sortie de ce préamplificateur.

Des mesures multi-fréquences peuvent être réalisées de manière particulièrement rapide en utilisant une source acoustique à large bande et en analysant en bande étroite les tensions de sortie des microphones.

### 3.2

#### **test microphone**

laboratory standard microphone or working standard microphone to be calibrated by comparison with a reference microphone

### 3.3

#### **monitor microphone**

microphone used to measure changes in sound pressure in a coupler

### 3.4

#### **coupler**

device which, when fitted with microphones, forms a gas-filled cavity of predetermined shape and dimensions and provides an acoustic coupling element between the microphones and between the microphones and the sound source

### 3.5

#### **jig**

a device which, when fitted with microphones, holds them with their diaphragms face to face separated by a small distance but does not enclose the space between them

## 4 Reference environmental conditions

The reference environmental conditions are:

- temperature 23,0 °C
- static pressure 101,325 kPa
- relative humidity 50 %

## 5 Principles of pressure calibration by comparison

### 5.1 Principles

#### 5.1.1 General principle

The pressure sensitivity of a measurement microphone is defined in terms of a sound pressure applied uniformly over the diaphragm. Consequently, the pressure sensitivity can only be realised in principle for microphones from which the protection grid can be removed and the diaphragm be exposed to the sound waves.

The principle of these comparison methods is that when the reference microphone and the test microphone are exposed to the same sound pressure either simultaneously or sequentially, the ratio of their pressure sensitivities is given by the ratio of their open-circuit output voltages. The sensitivity (both modulus and phase) of the test microphone can then be calculated from the sensitivity of the reference microphone.

The principle of the method allows the test microphone to be attached to a particular preamplifier and the sensitivity may be referred to the output of that preamplifier.

Multi-frequency measurements can be performed particularly rapidly if a wideband sound source is used and the output voltages of the microphones are analysed in narrow bands.