

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

TS 61094-7

Première édition
First edition
2006-05

Microphones de mesure –

Partie 7:

**Valeurs des différences entre les niveaux
d'efficacité en champ libre et en pression
des microphones étalons de laboratoire**

Measurement microphones –

Part 7:

**Values for the difference between free-field
and pressure sensitivity levels of laboratory
standard microphones**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TS 61094-7:2006

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)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) 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/online_news/justpub) 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
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)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) 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/online_news/justpub) 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
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

TS 61094-7

Première édition
First edition
2006-05

Microphones de mesure –

Partie 7:

**Valeurs des différences entre les niveaux
d'efficacité en champ libre et en pression
des microphones étalons de laboratoire**

Measurement microphones –

Part 7:

**Values for the difference between free-field
and pressure sensitivity levels of laboratory
standard microphones**

© IEC 2006 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	8
4 Conditions ambiantes de référence.....	8
5 Contexte.....	10
6 Valeurs des différences entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression	10
6.1 Généralités.....	10
6.2 Origine des données	10
6.3 Expression de la différence entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression	10
6.4 Incertitude sur le niveau d'efficacité calculé en champ libre.....	12
Annexe A (informative) Données d'origine	16
Annexe B (informative) Remerciements	18
Annexe C (informative) Données anciennes.....	20

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61094-7:2006

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	9
4 Reference environmental conditions	9
5 Background	11
6 Difference values of free-field and pressure sensitivity levels	11
6.1 General	11
6.2 Data sources	11
6.3 Expression for the difference between free-field and pressure sensitivity levels	11
6.4 Uncertainty on the calculated free-field sensitivity level	13
Annex A (informative) Source data	17
Annex B (informative) Acknowledgements	19
Annex C (informative) Historical data	21

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61094-7:2006

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MICROPHONES DE MESURE –

Partie 7: Valeurs des différences entre les niveaux d'efficacité en champ libre et en pression des microphones étalons de laboratoire

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme tels par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications 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) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication CEI 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 ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou,
- le sujet est encore en évolution d'un point de vue technique ou, pour toute autre raison, il existe une possibilité dans l'avenir mais pas dans l'immédiat pour un accord sur une norme internationale.

Les spécifications techniques sont révisées dans les trois années qui suivent leur publication pour décider si elles peuvent être transformées en Normes internationales.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASUREMENT MICROPHONES –

Part 7: Values for the difference between free-field and pressure sensitivity levels of laboratory standard microphones

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- The subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

La CEI 61094-7, qui est une spécification technique, 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
29/591/DTS	29/594A/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives de l'ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 61094 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Microphones de mesure*:

- Partie 1: Spécifications des microphones étalons de laboratoire
- Partie 2: Méthode primaire pour l'étalonnage en pression des microphones étalons de laboratoire par la méthode de réciprocité
- Partie 3: Méthode primaire pour l'étalonnage en champ libre des microphones étalons de laboratoire par la méthode de réciprocité
- Partie 4: Spécifications des microphones étalons de travail
- Partie 5: Méthodes pour l'étalonnage en pression par comparaison des microphones étalons de travail
- Partie 6: Grilles d'entraînement pour la détermination de la réponse en fréquence
- Partie 7: Valeurs des différences entre les niveaux d'efficacité en champ libre et en pression des microphones étalons de laboratoire

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de la maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>", dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera:

- transformée en Norme internationale;
- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IEC 61094-7, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
29/591/DTS	29/594A/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical specification 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 2.

IEC 61094 consists of the following parts, under the general title *Measurement microphones*:

- Part 1: Specifications for laboratory standard microphones
- Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique
- Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique
- Part 4: Specifications for working standard microphones
- Part 5: Methods for pressure calibration of working standard microphones by comparison
- Part 6: Electrostatic actuators for determination of frequency response
- Part 7: Values for the difference between free-field and pressure sensitivity levels of laboratory standard microphones

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- transformed into an International standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

MICROPHONES DE MESURE –

Partie 7: Valeurs des différences entre les niveaux d'efficacité en champ libre et en pression des microphones étalons de laboratoire

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 61094:

- donne un polynôme déduit d'un ajustement par des moindres carrés de données en provenance de plusieurs laboratoires pour les différences entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression des microphones étalons de laboratoire répondant aux spécifications de la CEI 61094-1,
- permet la détermination du niveau d'efficacité en champ libre de microphone étalon de laboratoire sous incidence normale dans l'air en ajoutant les valeurs de ces différences au niveau d'efficacité en pression,
- donne des tables de valeurs pour le polynôme, pour une gamme de fréquence et de température,
- s'applique quand un étalonnage convenable en champ libre n'est pas disponible.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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 61094-3:1995, *Microphones de mesure – Partie 3: Méthode primaire pour l'étalonnage en champ libre des microphones étalons de laboratoire par la méthode de réciprocité*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, la définition suivante s'applique, avec celles données dans la CEI 61094-1, la CEI 61094-2:1992 et la CEI 61094-3:1995.

3.1

incidence normale

pour une onde incidente, direction perpendiculaire à la membrane du microphone

4 Conditions ambiantes de référence

Les conditions ambiantes de référence sont les suivantes:

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

MEASUREMENT MICROPHONES –

Part 7: Values for the difference between free-field and pressure sensitivity levels of laboratory standard microphones

1 Scope

This part of IEC 61094

- gives a polynomial function derived from a least square fit to data from several laboratories, for the differences between free-field and pressure sensitivity levels of laboratory standard microphones as specified in IEC 61094-1,
- enables determination of the free-field sensitivity level of a laboratory standard microphone for zero-degrees incidence in air by adding values of these differences to the pressure sensitivity level,
- gives tabulated values for the polynomial function for a range of frequency and temperature,
- is applicable when a suitable free-field calibration is not available.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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 61094-3:1995, *Measurement Microphones – Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*

3 Terms and definitions

For the purpose of this part of IEC 61094, the following definition applies in addition to the definitions given in IEC 61094-1, IEC 61094-2:1992 and IEC 61094-3:1995.

3.1

zero-degrees incidence

for a frontal incident sound wave, direction perpendicular to the diaphragm of the microphone

4 Reference environmental conditions

The reference environmental conditions are:

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

5 Contexte

Selon les définitions de l'efficacité en champ libre et de l'efficacité en pression d'un microphone, les deux efficacités sont différentes pour les raisons suivantes:

- du fait de la diffraction et de la réflexion, l'introduction d'un microphone dans un champ d'ondes progressives planes perturbe le champ acoustique. Aussi, la pression acoustique sur la membrane du microphone n'est pas la même que celle du champ libre non perturbée,
- du fait de la diffraction et de la réflexion, la pression acoustique sur la membrane du microphone n'est pas uniforme et, pour un microphone donné, est affectée par l'impédance acoustique de sa membrane.

Les valeurs données sont déduites de considérations théoriques associées à des mesurages de niveaux d'efficacité en pression et de niveaux d'efficacité en champ libre sur de nombreux microphones effectués selon les spécifications de la CEI 61094-2 et de la CEI 61094-3 respectivement, auxquelles il convient de faire référence pour ce qui concerne la terminologie, les configurations de préamplificateur de microphone, etc.

6 Valeurs des différences entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression

6.1 Généralités

La différence entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression est déterminée par deux facteurs, voir 5.4 de la CEI 61094-3:1995.

La plus grande part est déterminée par la diffraction géométrique autour du microphone et de son support. C'est un phénomène relatif à la longueur d'onde et donc, fonction de la température.

Une partie plus faible est déterminée par l'interaction entre l'impédance de la membrane du microphone et son impédance de rayonnement. Comme l'impédance de rayonnement dépend de la pression statique et de la température, cette partie sera également fonction de ces deux grandeurs. Bien que cette partie dépende également de l'impédance propre du microphone, les variations entre des microphones d'un même modèle peuvent être négligées par rapport à l'incertitude globale sur les valeurs des différences.

Pour les microphones de type LS2, l'interaction entre l'impédance de la membrane du microphone et son impédance de rayonnement est insignifiante.

6.2 Origine des données

Les valeurs des différences entre le niveau d'efficacité en pression et le niveau d'efficacité en champ libre ont été déduites expérimentalement et par des calculs dans de nombreux instituts. La moyenne des résultats individuels, ainsi que des détails supplémentaires sont donnés dans l'Annexe A. Une moyenne pondérée de ces résultats forme la base des expressions des valeurs des différences données en 6.3.

6.3 Expression de la différence entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression

Du fait de leur origine physique, les valeurs des différences entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression seront représentées par une courbe lisse en fonction de la fréquence qui ne présente pas de discontinuité et qui tend vers zéro aux basses fréquences. Ainsi, les valeurs des différences peuvent s'exprimer par un polynôme en fonction d'une fréquence normalisée. La dépendance en fonction de la température peut également être prise en compte en incluant ce paramètre dans le polynôme.

5 Background

According to the definitions of the free-field and pressure sensitivities of a microphone, the two sensitivities will differ from each other for the following reasons:

- owing to diffraction and reflection, the introduction of a microphone into a free progressive sound wave disturbs the sound field. Thus the sound pressure at the microphone diaphragm is not the same as that of the undisturbed free field,
- owing to diffraction and reflection the sound pressure over the diaphragm of the microphone is not uniform and, for a specific microphone, is affected by the acoustic impedance of its diaphragm.

The values given have been derived from theoretical considerations combined with measurements of the pressure and free-field sensitivity levels of a number of microphones carried out in accordance with IEC 61094-2 and IEC 61094-3, respectively, to which reference should be made concerning terminology, microphone preamplifier configurations, etc.

6 Difference values of free-field and pressure sensitivity levels

6.1 General

The difference between free-field and pressure sensitivity is determined by two factors, see 5.4 of IEC 61094-3:1995.

The major part is determined by the geometrical diffraction around the microphone and its support. This is a wavelength phenomenon and thus a function of temperature.

A minor part is determined by the interaction between the impedance of the microphone diaphragm and its radiation impedance. As the radiation impedance depends on the static pressure and temperature this part will be a function of both these variables. Although this part also depends on the individual microphone impedance, the variations between microphones of the same model can be neglected in comparison with the overall uncertainty on the difference values.

For type LS2 microphones the interaction between the impedance of the microphone diaphragm and its radiation impedance is insignificant.

6.2 Data sources

Values for the difference between free-field and pressure sensitivity levels have been derived experimentally and by calculation at a number of institutions. The average of the individual results, together with further details is reported in Annex A. A weighted average of these results forms a basis of the expressions for the difference values given in 6.3.

6.3 Expression for the difference between free-field and pressure sensitivity levels

Due to its physical nature the difference values between the free-field and pressure sensitivity levels will be a smooth function of frequency, which has no discontinuities and tends to zero at low frequencies. Thus the difference values can be expressed by a polynomial function in terms of normalized frequency. The dependence on temperature can also be accounted for by including this parameter in the polynomial function.

Les valeurs des différences entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression, exprimées en dB pour une incidence normale $\Delta_{ff,p}$, peut s'exprimer par

$$\Delta_{ff} = c_1 \cdot R^1(f,t) + c_2 \cdot R^2(f,t) + c_3 \cdot R^3(f,t) + \dots + c_n \cdot R^n(f,t) \quad \text{dB} \quad (1)$$

où

$$R(f,t) = f \sqrt{\frac{296,15}{t + 273,15}} ;$$

f fréquence, kHz ;

t température, °C ;

c_n coefficient du polynôme donné dans le Tableau 1.

Quand l'équation (1) est utilisée pour obtenir le niveau d'efficacité en champ libre d'un microphone étalon de laboratoire dans des conditions ambiantes arbitraires, il convient de rappeler que le niveau d'efficacité en pression du microphone doit se rapporter aux mêmes conditions ambiantes. L'efficacité en pression des microphones est fonction de la pression statique et de la température, voir 6.5 de la CEI 61094-2:1992.

Quand les coefficients du polynôme du Tableau 1 sont utilisés, l'équation (1) est valable de 200 Hz jusqu'à 12,5 kHz pour les microphones de type LS1 et de 400 Hz jusqu'à 25 kHz pour les microphones de type LS2. En dessous de ces plages de fréquences, les valeurs de différences sont inférieures à 0,01 dB et peuvent être négligées.

Pendant le calcul, les coefficients doivent être utilisés avec la précision donnée dans le Tableau 1, auquel cas l'écart maximal entre les estimations déduites de l'équation (1) et la moyenne pondérée des données sources précisées dans l'Annexe A est de 0,05 dB.

Des tables de valeurs, déduites de l'équation (1) pour un certain nombre de températures, sont données dans le Tableau 2 pour des microphones de type LS1 et LS2a.

6.4 Incertitude sur le niveau d'efficacité calculé en champ libre

Quand l'équation (1) est utilisée pour obtenir le niveau d'efficacité en champ libre d'un microphone étalon de laboratoire, l'incertitude résultante provient de la combinaison des incertitudes provenant:

- de l'incertitude du niveau d'efficacité en pression du microphone, pour les conditions ambiantes applicables,
- de l'incertitude des données d'origine des valeurs des différences, voir Tableau A.1,
- de l'incertitude, de 0,05 dB, due à l'approximation du polynôme, voir 6.3.

The difference values between the free-field and pressure sensitivity levels in dB for zero-degrees incidence Δ_{ff} , can then be expressed by

$$\Delta_{ff} = c_1 \cdot R^1(f, t) + c_2 \cdot R^2(f, t) + c_3 \cdot R^3(f, t) + \dots + c_n \cdot R^n(f, t) \quad \text{dB} \quad (1)$$

where

$$R(f, t) = f \sqrt{\frac{296,15}{t + 273,15}};$$

f frequency, kHz;

t temperature, °C;

c_n polynomial coefficients given in Table 1.

When Equation (1) is used to obtain the free-field sensitivity level of a laboratory standard microphone at arbitrary environmental conditions it should be recalled that the pressure sensitivity level of the microphone shall refer to the same environmental conditions. The pressure sensitivity level of the microphones is a function of static pressure and temperature, see 6.5 of IEC 61094-2:1992.

When the polynomial coefficients in Table 1 are used, Equation (1) is valid from 200 Hz to 12,5 kHz for type LS1 microphones and from 400 Hz to 25 kHz for type LS2 microphones. Below these frequency ranges the difference values are less than 0,01 dB and can be neglected.

The coefficients shall be used with the precision shown in Table 1 during the calculation, in which case the maximum deviation on the estimate derived from Equation (1) is within 0,05 dB from a weighted average of the source data given in Annex A.

Tabulated values, derived from Equation (1) for a number of temperatures, are given in Table 2 for type LS1 and LS2a microphones.

6.4 Uncertainty on the calculated free-field sensitivity level

When Equation (1) is used to obtain the free-field sensitivity level of a laboratory standard microphone, the resulting uncertainty is the combined uncertainty derived from the uncertainties of

- the pressure sensitivity level of the microphone at the relevant environmental conditions,
- the source data for the difference values, see Table A.1,
- the uncertainty, 0,05 dB, on the polynomial approach, see 6.3.

Tableau 1 – Coefficients du polynôme pour le calcul de la différence entre le niveau d'efficacité en champ libre et en pression pour des microphones étalons de laboratoire en incidence normale

Coefficient	Microphone de type LS1 (sans grille de protection)	Microphone de type LS2a
c_1	–0,007 7	–0,038 2
c_2	0,311 6	0,104 94
c_3	–0,056 26	–0,012 918
c_4	0,020 861	0,002 105 8
c_5	–0,004 656 1	–0,000 218 5
c_6	0,000 484 13	$1,189 645 \times 10^{-5}$
c_7	$-2,372 15 \times 10^{-5}$	$-3,480 9 \times 10^{-7}$
c_8	$4,471 \times 10^{-7}$	$5,238 03 \times 10^{-9}$
c_9	0	$-3,196 42 \times 10^{-11}$

Tableau 2 – Différence entre le niveau d'efficacité en champ libre et en pression en dB pour différentes températures ambiantes et pour une incidence normale, calculées à partir de l'équation (1)

Fréquence kHz	Microphone de type LS1 (sans grille de protection)				Microphone de type LS2a			
	Température °C				Température °C			
	18	23	28	33	18	23	28	33
0,500	0,069	0,068	0,067	0,066	0,006	0,006	0,005	0,005
0,630	0,109	0,108	0,106	0,104	0,015	0,015	0,014	0,014
0,800	0,174	0,172	0,169	0,166	0,032	0,031	0,030	0,029
1,000	0,269	0,264	0,260	0,256	0,057	0,056	0,055	0,053
1,250	0,412	0,406	0,399	0,393	0,097	0,096	0,094	0,092
1,600	0,661	0,650	0,640	0,630	0,169	0,166	0,163	0,160
2,000	1,010	0,994	0,978	0,963	0,272	0,267	0,263	0,258
2,500	1,538	1,514	1,490	1,467	0,429	0,422	0,415	0,408
3,150	2,360	2,323	2,288	2,254	0,679	0,667	0,657	0,646
4,000	3,602	3,550	3,500	3,451	1,076	1,058	1,041	1,025
5,000	5,158	5,093	5,029	4,966	1,637	1,612	1,587	1,563
6,300	7,008	6,940	6,873	6,807	2,500	2,462	2,425	2,390
8,000	8,664	8,617	8,569	8,522	3,788	3,734	3,682	3,632
10,00	9,463	9,448	9,432	9,416	5,376	5,309	5,245	5,181
12,50	9,210	9,254	9,293	9,328	7,152	7,086	7,021	6,956
16,00					8,721	8,683	8,645	8,606
20,00					9,138	9,141	9,144	9,144
25,00					8,714	8,738	8,761	8,784

Table 1 – Polynomial coefficients for calculation of the difference between the free-field and pressure sensitivity of laboratory standard microphones for zero-degrees incidence

Coefficient	Microphone type LS1 (without protection grid)	Microphone type LS2a
c_1	–0,007 7	–0,038 2
c_2	0,311 6	0,104 94
c_3	–0,056 26	–0,012 918
c_4	0,020 861	0,002 105 8
c_5	–0,004 656 1	–0,000 218 5
c_6	0,000 484 13	$1,189 645 \times 10^{-5}$
c_7	$-2,372 15 \times 10^{-5}$	$-3,480 9 \times 10^{-7}$
c_8	$4,471 \times 10^{-7}$	$5,238 03 \times 10^{-9}$
c_9	0	$-3,196 42 \times 10^{-11}$

Table 2 – Difference values of free-field and pressure sensitivity levels in dB for different ambient temperatures and for zero-degrees incidence, calculated from Equation (1)

Frequency kHz	Microphone type LS1 (without protection grid)				Microphone type LS2a			
	Temperature °C				Temperature °C			
	18	23	28	33	18	23	28	33
0,500	0,069	0,068	0,067	0,066	0,006	0,006	0,005	0,005
0,630	0,109	0,108	0,106	0,104	0,015	0,015	0,014	0,014
0,800	0,174	0,172	0,169	0,166	0,032	0,031	0,030	0,029
1,000	0,269	0,264	0,260	0,256	0,057	0,056	0,055	0,053
1,250	0,412	0,406	0,399	0,393	0,097	0,096	0,094	0,092
1,600	0,661	0,650	0,640	0,630	0,169	0,166	0,163	0,160
2,000	1,010	0,994	0,978	0,963	0,272	0,267	0,263	0,258
2,500	1,538	1,514	1,490	1,467	0,429	0,422	0,415	0,408
3,150	2,360	2,323	2,288	2,254	0,679	0,667	0,657	0,646
4,000	3,602	3,550	3,500	3,451	1,076	1,058	1,041	1,025
5,000	5,158	5,093	5,029	4,966	1,637	1,612	1,587	1,563
6,300	7,008	6,940	6,873	6,807	2,500	2,462	2,425	2,390
8,000	8,664	8,617	8,569	8,522	3,788	3,734	3,682	3,632
10,00	9,463	9,448	9,432	9,416	5,376	5,309	5,245	5,181
12,50	9,210	9,254	9,293	9,328	7,152	7,086	7,021	6,956
16,00					8,721	8,683	8,645	8,606
20,00					9,138	9,141	9,144	9,144
25,00					8,714	8,738	8,761	8,784

Annexe A (informative)

Données d'origine

Les valeurs des différences entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression ont été déterminées à partir des expériences et des calculs entrepris par un certain nombre d'instituts.

Le Tableau A.1 donne les valeurs des différences entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression, en décibels, pour deux types de microphones. Elles font référence à une onde plane progressive arrivant perpendiculairement sur la membrane du microphone (incidence normale).

Les valeurs données dans le tableau sont les moyennes des valeurs fournies et les incertitudes mentionnées font référence à l'écart type expérimental de la moyenne multiplié par un facteur d'élargissement de 2.

NOTE 1 Le niveau d'efficacité en champ libre du microphone s'applique à un microphone monté à l'extrémité d'un long cylindre dont le diamètre est égal au diamètre nominal du microphone (voir 6.4 de la CEI 61094-3:1995). Les valeurs du tableau sont données pour des cylindres dont la longueur est au moins égale à 5 fois le diamètre.

NOTE 2 Les valeurs du tableau sont données dans les conditions environnementales de référence des instituts participants. Par conséquent, la dépendance en température de la diffraction géométrique n'a pas été prise en compte et elle est donc incluse dans l'incertitude de la valeur moyenne citée.

NOTE 3 Les données expérimentales ont toutes été déduites de microphones Brüel et Kjær de type 4160 et Brüel et Kjær de type 4180 seulement. De légères différences peuvent être trouvées pour d'autres microphones de type LS1P si l'impédance acoustique de la membrane est significativement différente de celle des microphones Brüel et Kjær de type 4160.

Tableau A.1 – Données d'origine pour la différence entre le niveau d'efficacité en champ libre et le niveau d'efficacité en pression en dB et pour une incidence normale

Fréquence kHz	Microphone de type LS1 (sans grille de protection)		Microphone de type LS2a	
	Différence	Incertitude U ($k = 2$)	Différence	Incertitude U ($k = 2$)
0,500	0,070	0,032		
0,630	0,125	0,044		
0,800	0,186	0,045		
1,000	0,279	0,056	0,080	0,060
1,250	0,432	0,056	0,120	0,044
1,600	0,680	0,064	0,192	0,071
2,000	1,019	0,054	0,281	0,097
2,500	1,548	0,062	0,422	0,112
3,150	2,331	0,058	0,662	0,123
4,000	3,526	0,094	1,032	0,120
5,000	5,063	0,096	1,562	0,108
6,300	6,911	0,081	2,394	0,122
8,000	8,491	0,226	3,619	0,170
10,00	9,382	0,230	5,125	0,272
12,50	9,147	0,294	6,924	0,333
16,00			8,569	0,229
20,00			9,037	0,167
25,00			8,642	0,172

Annex A (informative)

Source data

Values for the difference between free-field and pressure sensitivity levels have been determined by experiments and calculations by a number of institutions.

Table A.1 gives values for the difference between free-field and pressure sensitivity levels in decibels for two microphone types. It refers to a plane progressive wave incident at an angle of zero-degrees relative to the normal of the microphone diaphragm ("zero-degree incidence").

The values given in the table are the mean values of the data presented and the quoted uncertainties refer to the experimental standard deviation of the mean values of these data using a coverage factor 2.

NOTE 1 The free-field sensitivity of a microphone refers to a microphone mounted on the end of a long cylinder, whose diameter is equal to the nominal diameter of the microphone (see 6.4 of IEC 61094-3:1995). The values quoted are derived for cylinder lengths in excess of five times the diameter.

NOTE 2 The tabulated values are derived at the prevailing environmental conditions at the participating institutions. Thus the temperature dependence of the geometrical diffraction has not been accounted for and therefore is included in the uncertainty of the quoted average value.

NOTE 3 The experimental data were all derived for microphones of Brüel & Kjær Type 4160 and Brüel & Kjær Type 4180 only. Slightly different values may be found for other type LS1 microphones if the acoustic impedance of the diaphragm is significantly different from that of Brüel & Kjær Type 4160.

**Table A.1 – Source data for the difference between free-field
and pressure sensitivity levels in dB for zero-degrees incidence**

Frequency kHz	Microphone type LS1 (without protection grid)		Microphone type LS2a	
	Difference	Uncertainty U ($k = 2$)	Difference	Uncertainty U ($k = 2$)
0,500	0,070	0,032		
0,630	0,125	0,044		
0,800	0,186	0,045		
1,000	0,279	0,056	0,080	0,060
1,250	0,432	0,056	0,120	0,044
1,600	0,680	0,064	0,192	0,071
2,000	1,019	0,054	0,281	0,097
2,500	1,548	0,062	0,422	0,112
3,150	2,331	0,058	0,662	0,123
4,000	3,526	0,094	1,032	0,120
5,000	5,063	0,096	1,562	0,108
6,300	6,911	0,081	2,394	0,122
8,000	8,491	0,226	3,619	0,170
10,00	9,382	0,230	5,125	0,272
12,50	9,147	0,294	6,924	0,333
16,00			8,569	0,229
20,00			9,037	0,167
25,00			8,642	0,172