NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61094-6

Première édition
First edition
2004-11

Microphones de mesure –

Partie 6:
Grilles d'entraînement pour la détermination de la réponse en fréquence

Measurement microphones –

Part 6:
Electrostatic actuators for determination of frequency response

© IEC 2004 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 U

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 6

1 Domaine d'application 10
2 Références normatives 10
3 Termes et définitions 12
4 Conditions ambiantes de référence 12
5 Principe de fonctionnement de la grille d'entraînement 12
5.1 Généralités 12
5.2 Pression électrostatique 14
5.3 Réponse à la grille d'entraînement 20
6 Réalisation de la grille d'entraînement 22
6.1 Généralités 22
6.2 Réalisation 22
7 Validation 24
7.1 Généralités 24
7.2 Répétabilité des mesurages 24
7.3 Uniformité des grilles d'un modèle donné 24
7.4 Uniformité de la différence entre la réponse à la grille et la réponse en pression 24
8 Mesure de la réponse à la grille d'entraînement 26
8.1 Système de mesure de la réponse à la grille d'entraînement 26
8.2 Composantes d'incertitude 28
9 Applications de la grille d'entraînement 32
9.1 Généralité 32
9.2 Vérification de la réponse en fréquence d'un système de mesure 32
9.3 Détermination des caractéristiques des systèmes de mesure des microphones en fonction de l'environnement 32
9.4 Détermination des réponses en fréquence en champ libre et en pression 34
9.5 Mesure de la réponse à la grille aux fréquences très élevées 34

Annexe A (informative) Exemples de réalisations de grilles d'entraînement 36
Annexe B (informative) Dispositif de mesure pour la réponse à la grille d'entraînement 42
Annexe C (informative) Analyse typique des incertitudes 44
Annexe D (informative) Différence entre les réponses en champ libre, en pression et à la grille d'entraînement pour des modèles typiques de microphones de mesure 50

Figure 1 – Principe du microphone et de la grille d'entraînement 16
Figure 2 – Modèle à constantes localisées d'un microphone de mesure excité par une grille d'entraînement 20
Figure A.1 – Exemple de grille d'entraînement pour les microphones de type WS1 36
Figure A.2 – Exemple de grille d'entraînement pour les microphones de type WS2 38
Figure A.3 – Exemples de grilles d'entraînement faisant partie intégrante des grilles de protection des microphones 40
Figure A.4 – Exemple de grille d'entraînement combinée à une grille de protection contre la pluie 40

CONTENTS

FOREWORD 7

1 Scope 11
2 Normative references 11
3 Terms and definitions 13
4 Reference environmental conditions 13
5 Principle of electrostatic actuator operation 13
5.1 General 13
5.2 Electrostatic pressure 15
5.3 Electrostatic actuator response 21
6 Actuator design 23
6.1 General 23
6.2 Design 23
7 Validation 25
7.1 General 25
7.2 Repeatability of measurements 25
7.3 Uniformity of actuators of a given model 25
7.4 Uniformity of the difference between actuator and pressure response levels 25
8 Measurement of electrostatic actuator response 27
8.1 System for measurement of electrostatic actuator response 27
8.2 Uncertainty components 29
9 Applications of an electrostatic actuator 33
9.1 General 33
9.2 Verification of the frequency response of a measurement system 33
9.3 Determination of the environmental characteristics of microphone measurement systems 33
9.4 Determination of free-field and pressure frequency responses 35
9.5 Measurement of actuator response at very high frequencies 35

Annex A (informative) Examples of electrostatic actuator designs 37
Annex B (informative) Set-up for measuring electrostatic actuator response 43
Annex C (informative) Typical uncertainty analysis 45
Annex D (informative) Difference between free-field-, pressure- and actuator responses for typical models of measurement microphones 51

Figure 1 – Principle of microphone and electrostatic actuator 17
Figure 2 – Lumped parameter model of a measurement microphone excited by an electrostatic actuator 21
Figure A.1 – Example of electrostatic actuator for type WS1 microphones 37
Figure A.2 – Example of an electrostatic actuator for type WS2 microphones 39
Figure A.3 – Examples of electrostatic actuators forming integral parts of the microphone protection grids 41
Figure A.4 – Example of an electrostatic actuator combined with weather-resistant protection 41

Figure B.1 – Dispositif typique destiné à mesurer la réponse en fréquence à la grille d'entraînement d'un microphone 42

Figure D.1 – Exemples des différences entre les réponses en pression et les réponses à la grille d'entraînement pour quatre types différents de microphone de mesure: WS1P (a), WS1F (b) de niveau d'efficacité nominal égal à –26 dB re 1V/Pa, WS2P (c) et WS2F (d) de niveau d'efficacité nominal égal à –38 dB re 1V/P 50

Figure D.2 – Exemples des différences entre les réponses en champ libre et les réponses à la grille d'entraînement pour les microphones de types WS1, WS2 et WS3 lorsqu'ils sont utilisés sans grille de protection 50

Figure D.3 – Exemple de différence dépendant du modèle entre les réponses en champ libre et les réponses à la grille d'entraînement pour le microphone de type WS2 lorsqu'il est utilisé avec sa grille de protection 52

Figure D.4 – Exemple de détermination de la réponse en fréquence en champ libre b) obtenue en additionnant la différence dépendant du modèle entre la réponse en champ libre et la réponse à la grille d'entraînement comme indiqué à la Figure D.3 et une réponse individuelle à la grille d'entraînement a) 52

Tableau C.1 – Incertitudes 48

Figure B.1 – Typical set-up for measuring the electrostatic actuator response of a microphone 43

Figure D.1 – Examples of differences between relative pressure and actuator frequency responses for four different type of measurement microphone: WS1P (a), WS1F (b) of nominal sensitivities –26 dB re 1V/Pa and WS2P (c) and WS2F (d) of nominal sensitivities –38 dB re 1V/Pa 51

Figure D.2 – Examples of differences between relative free-field and actuator frequency responses for type WS1, WS2 and WS3 microphones when used without protection grids 51

Figure D.3 – Example of model dependent difference between relative free field and actuator frequency responses for a type WS2 microphone when used with its protection grid 53

Figure D.4 – Example on the determination of a relative free-field frequency response b) by adding the model dependent free-field to actuator difference as shown in Figure D.3 to the electrostatic actuator response of a microphone a) 53

Table C.1 – Uncertainties 49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MICROPHONES DE MESURE –

Partie 6: Grilles d'entraînement pour la détermination de la réponse en fréquence

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique 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 de la CEI 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 telles 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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
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 de la 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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61094-6 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
29/562/FDIS	29/565/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 de l'ISO/CEI, Partie 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASUREMENT MICROPHONES –

Part 6: Electrostatic actuators for determination of frequency response

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.

International Standard IEC 61094-6 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

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

FDIS	Report on voting
29/562/FDIS	29/565/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 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

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

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

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

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

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

MICROPHONES DE MESURE –

Partie 6: Grilles d'entraînement pour la détermination de la réponse en fréquence

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61094

– donne les lignes directrices pour la réalisation de grilles d'entraînement destinées aux microphones possédant une membrane faite dans un matériau électriquement conducteur;

– donne des méthodes pour la validation des grilles d'entraînement;

– donne une méthode pour déterminer la réponse d'un microphone à la grille d'entraînement.

Les applications des grilles d'entraînement ne sont pas complètement décrites dans cette norme mais peuvent comprendre

– une technique pour détecter les variations de la réponse en fréquence d'un microphone,

– une technique pour déterminer l'influence des conditions ambiantes sur la réponse d'un microphone,

– une technique de détermination de la réponse en fréquence en champ libre ou en pression d'un microphone sans nécessiter un équipement acoustique spécifique, par application de valeurs de corrections prédéterminées spécifiques des modèles de grille d'entraînement et de microphone utilisés,

– une technique d'étalonnage applicable aux fréquences élevées non couvertes spécifiquement par des méthodes d'étalonnage utilisant une excitation acoustique.

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

CEI 61094-5, *Microphones de mesure – Partie 5: Méthodes pour l'étalonnage en pression par comparaison des microphones étalons de travail*

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

MEASUREMENT MICROPHONES –

Part 6: Electrostatic actuators for determination of frequency response

1 Scope

This part of IEC 61094

– gives guidelines for the design of actuators for microphones equipped with electrically conductive diaphragms;

– gives methods for the validation of electrostatic actuators;

– gives a method for determining the electrostatic actuator response of a microphone.

The applications of electrostatic actuators are not fully described within this standard but may include

– a technique for detecting changes in the frequency response of a microphone,

– a technique for determining the environmental influence on the response of a microphone,

– a technique for determining the free-field or pressure response of a microphone without specific acoustical test facilities, by the application of predetermined correction values specific to the microphone model and actuator used,

– a technique applicable at high frequencies not typically covered by calibration methods using sound excitation.

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

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

IEC 61094-5, *Measurement microphones – Part 5: Methods for pressure calibration of working standard microphones by comparison*

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