

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electroacoustics – Methods to determine corrections to obtain the free-field response of a sound level meter

Électroacoustique – Méthodes de détermination de corrections pour obtenir la réponse en champ libre d'un sonomètre





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 62585

Edition 1.0 2012-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electroacoustics – Methods to determine corrections to obtain the free-field response of a sound level meter

Électroacoustique – Méthodes de détermination de corrections pour obtenir la réponse en champ libre d'un sonomètre

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 17.140.50

ISBN 978-2-83220-290-6

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Reference environmental conditions	9
5 Uncertainties of measurement	9
6 General requirements for measurement of adjustment value and corrections.....	10
7 Submission and inspection	12
8 Determination of the adjustment value at the calibration check frequency.....	12
9 Determination of corrections for the typical effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone	13
10 Determination of corrections for the deviation of the microphone free-field frequency response from a uniform frequency response	13
11 Determination of corrections for the use of windscreens and similar accessories.....	14
12 Determination of corrections over a range of frequencies when a sound calibrator is recommended for use by the sound level meter manufacturer.....	14
13 Determination of corrections over a range of frequencies when a comparison coupler is recommended for use by the sound level meter manufacturer	15
14 Determination of corrections over a range of frequencies when an electrostatic actuator is recommended for use by the sound level meter manufacturer	16
15 Documentation	16
Annex A (normative) Calibration check frequency – Determination of the adjustment value	18
Annex B (normative) Determination of the effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone	20
Annex C (normative) Determination of the effects of the use of windscreens and similar accessories	21
Annex D (informative) Determination of corrections for use with sound calibrators to determine equivalent free-field response at all frequencies of interest	22
Annex E (informative) Determination of corrections for use with comparison couplers to determine equivalent free-field frequency response at all frequencies of interest	25
Annex F (informative) Determination of corrections for use with electrostatic actuators to determine equivalent free-field frequency response at all frequencies of interest	28
Annex G (informative) Comparison techniques.....	31
Annex H (informative) Exact one-twelfth-octave frequencies	34
Annex I (informative) Example calculations of expanded uncertainty of measurement.....	36
Bibliography.....	40
Figure 1 – Mounting methods for the sound level meter	11
Figure A.1 – Diagrammatic representation of factors for consideration in optimising adjustment value at the calibration check frequency	19
Figure D.1 – Measurement steps using a sound calibrator	22
Figure E.1 – Measurement steps using a comparison coupler	25

Figure F.1 – Measurement steps using an electrostatic actuator	28
Table H.1 – Exact frequencies for one-twelfth-octave steps over one decade	35
Table I.1 – Description of likely uncertainty components	37
Table I.2 – Uncertainty example for a frequency of 1 kHz	38
Table I.3 – Uncertainty example for a frequency of 8 kHz	39

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROACOUSTICS – METHODS TO DETERMINE CORRECTIONS TO OBTAIN THE FREE-FIELD RESPONSE OF A SOUND LEVEL METER

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62585 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
29/770/FDIS	29/782/RVD

Full information on the voting for the approval of this International 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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

INTRODUCTION

The performance specification International Standard for sound level meters, IEC 61672-1, requires that at least one model of sound calibrator, conforming to the requirements of IEC 60942 be specified in the instruction manual for checking and maintaining the correct indication on the display of the sound level meter at the calibration check frequency. The sound level meter manufacturer specifies the adjustment value to be applied to obtain the required indication on the display in response to the sound pressure level generated by the sound calibrator, in order to optimize performance over the complete frequency range.

In addition, various corrections need to be available over a range of frequencies in order for a periodic test of a sound level meter to be performed according to IEC 61672-3. For example, corrections are needed for any effects of the sound level meter case or of accessories such as windscreens on the equivalent free-field sound level. Information on these corrections is also required by users of sound level meters and sound calibrators on a regular basis.

Also, a manufacturer producing a sound level meter to the specifications of IEC 61672-1, may recommend, in the instruction manual, the use of a sound calibrator, comparison coupler or electrostatic actuator to determine the acoustical response of a sound level meter at various frequencies. In this case the manufacturer is required to provide corrections to obtain equivalent sound levels that would be displayed under reference environmental conditions in response to plane progressive sinusoidal waves that are incident from the reference direction at each frequency used for periodic testing. These corrections will either be given in the instruction manual, or the instruction manual will state where they can be found.

ELECTROACOUSTICS – METHODS TO DETERMINE CORRECTIONS TO OBTAIN THE FREE-FIELD RESPONSE OF A SOUND LEVEL METER

1 Scope

This International Standard provides information on the corrections required over a range of frequencies in order for a periodic test of a sound level meter to be performed according to IEC 61672-3. These corrections include:

- corrections for the typical effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone;
- corrections for the deviation of the typical microphone frequency response from a uniform frequency response, where the actual microphone response cannot be measured;
- corrections for the influence on the frequency response of a typical microphone of a specified windscreen and any other accessory that is part of the configuration for normal use of the particular sound level meter submitted for testing.

This International Standard includes discussion about uncertainties of measurement of the required corrections. In some instances a maximum permitted expanded uncertainty for the manufacturer or testing laboratory is given. This maximum permitted expanded uncertainty excludes any component due to the variability of different samples of artefact (for example, microphone or windscreen). It should be noted that if large uncertainties of measurement are quoted for each of the individual corrections, when they are combined to account for the configuration of sound level meter under test, the large individual uncertainties may result in a failure to conform to the maximum permitted expanded uncertainties of measurement given in Table A.1 of IEC 61672-1:—¹ and hence a failure of the sound level meter to conform to IEC 61672-1

In addition, this International Standard describes methods for determining these corrections, over the frequency range of interest, and explains the adjustment value at the calibration check frequency to be quoted by the manufacturer of the sound level meter (also required by IEC 61672-3).

When the sound level meter manufacturer recommends the use of a sound calibrator, comparison coupler, or an electrostatic actuator for periodic testing of the acoustical response of a sound level meter at various frequencies, this International Standard describes methods of measurement of the corrections required to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level, over the frequency range of interest. These corrections relate to a specific model of sound calibrator, comparison coupler or electrostatic actuator, microphone and sound level meter (also required by IEC 61672-3).

The aim of this International Standard is to ensure that the adjustment value at the calibration check frequency and all corrections are determined using consistent and appropriate methods.

It is intended that this International Standard will be used by manufacturers to determine adjustment values and corrections, by laboratories performing pattern evaluation tests according to IEC 61672-2, and by laboratories performing periodic tests according to IEC 61672-3. Laboratories performing periodic tests according to IEC 61672-3 will also need to consult this International Standard to ensure that the expanded uncertainties of

¹ Second edition to be published. (A revision of 61672-1:2002.)

measurement for the corrections quoted by the manufacturer do not exceed the maximum permitted values.

The corrections obtained by use of the methods given in this International Standard are the result of measurements made using samples of the devices. It is possible that these corrections may not be totally representative either for all batches produced or over time. Repeating the measurements at regular intervals is recommended to ensure that no changes are required to the corrections stated in the instruction manual.

This International Standard does not specifically cover the case where the sound level meter is fitted with a microphone intended for use in random-incidence sound fields, as information is given in IEC 61183.

2 Normative references

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

IEC 60942, *Electroacoustics – Sound calibrators*

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

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

IEC 61094-6, *Measurement microphones – Part 6: Electrostatic actuators for determination of frequency response*

IEC/TS 61094-7, *Measurement microphones – Part 7: Values for the difference between free-field and pressure sensitivity levels of laboratory standard microphones*

IEC 61183, *Electroacoustics-Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters*

IEC 61672-1: —², *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 61672-2, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests*

IEC 61672-3, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 3: Periodic tests*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in the ISO/IEC Guide 99, as well as the following apply.

² Second edition to be published. (A revision of 61672-1:2002.)

3.1

adjustment value at the calibration check frequency

value, at the calibration check frequency, for adjusting the sensitivity of the sound level meter, as specified by the manufacturer to be added to the displayed value of the sound level meter to obtain the stated sound pressure level from the calibrator while the sound level meter is exposed to the sound pressure in the calibrator, in order to optimise performance of the sound level meter over the complete frequency range

Note 1 to entry: The adjustment value is expressed in decibels (dB).

3.2

microphone

microphone cartridge

electroacoustic transducer by which electrical signals are obtained from acoustic oscillations

3.3

microphone reference point

point specified on, or close to, the microphone to describe the position of the microphone

Note 1 to entry: The microphone reference point will usually be at the centre of the diaphragm of the microphone.

3.4

free-field correction for sound level meter

value, at a particular frequency, that, during calibration or verification, is added to the level displayed by the sound level meter to obtain its response to a progressive sound wave in the free field of sound pressure level equal to that produced or simulated by the sound source, dependent on the specific models and configurations of sound level meter and sound source

Note 1 to entry: The IEC 61672 series permits the use of a sound calibrator, a comparison coupler or an electrostatic actuator as the sound source. The values of the corrections for these sound sources are not necessarily equal.

Note 2 to entry: The value of this correction depends on the direction of incidence of the progressive sound wave.

Note 3 to entry: When the free-field correction is stated, the reference direction is assumed unless an alternative direction is given.

Note 4 to entry: A measurement with an electrostatic actuator is not an absolute measurement, but is referenced to a sensitivity at a particular frequency, for example the calibration check frequency.

Note 5 to entry: Corrections are expressed in decibels (dB).

4 Reference environmental conditions

Reference environmental conditions for specifying the adjustment value and corrections are:

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

5 Uncertainties of measurement

Laboratories performing measurements of the corrections shall calculate the uncertainties associated with all measurements in accordance with the guidelines given in ISO/IEC Guide 98-3. Actual expanded uncertainties shall be calculated for a level of confidence of 95 %, using the necessary coverage factor, which shall be stated.

NOTE 1 Generally a coverage factor of 2 approximates to a level of confidence of 95 %, unless the contributions are such that it is necessary to use a different coverage factor to maintain the 95 % level of confidence.

The maximum permitted expanded uncertainties of measurement are given separately in the following clauses for the appropriate corrections. If the actual expanded uncertainty of measurement exceeds any of the maximum permitted values, the measurement shall not be used to evaluate the corrections provided in the instruction manual for the sound level meter.

NOTE 2 It is not possible to derive corrections for use in demonstrating conformance of the sound level meter to the requirements of IEC 61672-1 if the actual expanded uncertainty of measurement exceeds any of the maximum permitted values.

Calculation of the expanded uncertainty of measurement for a particular measurement should consider all relevant components. An example calculation is given in Annex I.

6 General requirements for measurement of adjustment value and corrections

For all measurements the laboratory shall use instruments that have been calibrated for the appropriate quantities at appropriate intervals. As required, the calibrations shall be traceable to national standards.

Measurements shall be performed within the following ranges of environmental conditions: 80 kPa to 105 kPa for static air pressure, 20 °C to 26 °C for air temperature and 25 % to 70 % for relative humidity. If the measurements are performed at a static pressure below 97 kPa an additional uncertainty component shall be included in the calculation of the uncertainty of the measured corrections to account for the deviations from the values at reference conditions. If specific data are not available this additional uncertainty component shall be an expanded uncertainty ($k=2$) of 0,15 dB at frequencies less than and equal to 3 kHz and 0,25 dB for frequencies above 3 kHz.

Static air pressure, air temperature and relative humidity at the time of a measurement shall be recorded. Sufficient time shall be allowed for the components to stabilize before any measurements are performed. The range in air temperature during each test shall not exceed 1 °C.

For the sound calibrators used in the determination of the adjustment value at the calibration check frequency, evidence shall be available to demonstrate that the actual specimens of sound calibrator conform to the requirements for periodic testing of IEC 60942 for the appropriate performance class. In addition, where a sound calibrator is used in the determinations of corrections at various frequencies, evidence shall be available to demonstrate that the actual specimens of sound calibrator used conform to the requirements for periodic testing of IEC 60942 for a class 1 sound calibrator.

Where the sound level meter manufacturer recommends the use of a comparison coupler for periodic testing of the acoustical response of the sound level meter at various test frequencies, the comparison coupler used should preferably be designed in accordance with the examples given in IEC 61094-5.

Where the sound level meter manufacturer recommends the use of an electrostatic actuator for periodic testing of the acoustical response of the sound level meter at various test frequencies, the actuator used shall conform to the requirements of IEC 61094-6.

Where a sound calibrator is used, as applicable, the effect of the prevailing environmental conditions during the measurements on the sound pressure level produced in the coupler of the sound calibrator, relative to the sound pressure level produced under the reference environmental conditions, shall be accounted for in accordance with the procedure from the instruction manual for the sound calibrator and data from the most recent calibration of the sound calibrator.

For any measurements performed in a free-field as part of the determination of the adjustment value or corrections, in order to avoid inclusion of unwanted effects, all microphones and microphone/preamplifier combinations, including reference microphones shall be mounted on

a rod the diameter of which is nominally the same as the diameter of the microphone. In addition, the distance from the source to the microphone shall be greater than 1 m, with the minimum distance from the source being at least six times the longest dimension of the sound level meter. Sound shall be incident in the reference direction.

It is recommended that the length of the mounting rod between the microphone and any mounting point of the rod should be at least 1 m.

The sound level meter shall be suspended in a free-field using a non-vertical rod at the rear, and accurate positioning shall be obtained, for example by use of laser alignment. Two suitable methods of mounting, 1 and 2, are shown in Figure 1. For mounting method 2 the angle θ shall be less than 60° . Mounting method 3 is not suitable and shall not be used – see [1]³.

For reliable results to be obtained, particularly for mounting method 1, care should be taken to minimise the bulk of the mounting structure and to avoid any sharp edges.

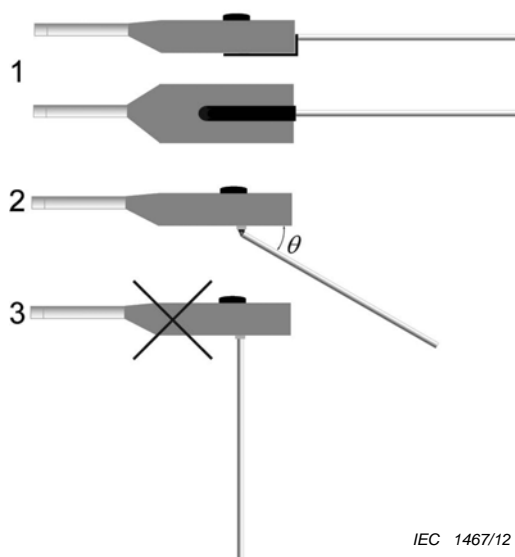


Figure 1 – Mounting methods for the sound level meter

Where the acoustic frequency response of the sound level meter is required, the measured response needs to be compared with the response of a known reference microphone, for which the calibration is traceable to national standards. A calibrated reference microphone is also required if absolute measurements in a sound calibrator or comparison coupler are required.

Where an a.c. output or equivalent from the sound level meter is used, the testing laboratory shall verify that changes in the levels of applied signals produce changes in the signal levels indicated on the display device of the sound level meter and at the output in accordance with IEC 61672-1.

Where corrections are applied in software, it will be necessary not to change these corrections (for example by switching 'in' or 'out') during measurements described in this International Standard.

³ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

Clauses 9 to 14 give further information on determination of various corrections that may be required in order for a periodic test of a sound level meter to be performed according to IEC 61672-3, or during testing to IEC 61672-2 to verify the data provided in the instruction manual, or by a manufacturer during the design process. Wherever possible the data for these corrections shall be provided separately.

NOTE If the configuration of the sound level meter includes use of extension cables this can result in a different value for the correction to that obtained when the microphone is directly mounted on the sound level meter case.

Care should be taken to ensure that ambient noise does not affect the measurement results, and this should be considered in the evaluation of the uncertainty components.

7 Submission and inspection

In general for all the test methods described, as applicable, at least three sound calibrators of the same model, one electrostatic actuator, one comparison coupler, three microphones of the same model and one sound level meter shall be submitted, allowing for various combinations to be tested. If the typical frequency response of a microphone is to be measured, at least five microphones shall be submitted. Appropriate instruction manuals applicable to the model and version of the sound level meter, the sound calibrator, comparison coupler and electrostatic actuator shall be supplied.

At least three samples of all relevant accessories, such as adaptors for the sound calibrator, and at least five samples of windscreen as appropriate, shall also be supplied.

If possible the five samples of windscreen should be taken from different production batches.

Prior to any measurements the sound level meter, sound calibrators, comparison couplers and electrostatic actuators, as appropriate, shall be visually inspected for any damage, and all appropriate controls shall be operated to ensure that they are in working order. It shall also be ensured that any power supplies are functioning within the specified operating limits.

8 Determination of the adjustment value at the calibration check frequency

According to IEC 61672-1 at least one model of sound calibrator, conforming to the requirements of IEC 60942, shall be specified in the instruction manual of the sound level meter for checking and maintaining the required indication on the display of the sound level meter at the calibration check frequency. Annex A of this International Standard gives the method for obtaining a suitable adjustment value at the calibration check frequency when adjusting the sensitivity of the sound level meter by application of the recommended sound calibrator.

IEC 61672-1 requires the manufacturer to specify the adjustment value, at reference conditions, to be applied to obtain the required indication on the display in response to the sound pressure level generated by the sound calibrator to optimize performance over the complete frequency range. The adjustment level shall account for the model of microphone, reflections from the sound level meter case and any diffraction effects, and may depend on the configuration in which the sound level meter is to be used, for example with or without extension cable. Any adaptor used with the sound calibrator shall be clearly identified, and referred to in the statement of the adjustment value. IEC 61672-3 requires that an adaptor of the same model shall then be used for any periodic testing of the sound level meter.

NOTE 1 As the manufacturer is optimizing over the complete frequency range it is possible that the adjustment value will not result in an indication at the calibration check frequency equivalent to the sound pressure level that would be indicated in response to plane progressive sound waves incident in the reference direction. There can be a small 'offset' to optimise performance of the sound level meter over the complete frequency range.

NOTE 2 An incorrect adjustment value could cause the sound level meter to not conform to the relevant specifications of IEC 61672-1.

The adjustment value has no associated uncertainty of measurement.

9 Determination of corrections for the typical effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone

IEC 61672-3 requires the use of corrections for the typical effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone of the sound level meter.

Annex B gives recommendations on methods for determining the corrections for the typical effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone, and possible measurement methods are given in Annex G.

The expanded uncertainty of measurement for the corrections for the typical effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone shall not exceed 0,25 dB up to and including 4 kHz, and 0,35 dB at all frequencies above 4 kHz. The manufacturer or testing laboratory shall state the expanded uncertainty of the actual measurements performed, together with the associated coverage factor, in the documentation supplied.

10 Determination of corrections for the deviation of the microphone free-field frequency response from a uniform frequency response

IEC 61672-3 requires the use of corrections for the deviation of the typical microphone free-field response from a uniform frequency response. This shall be interpreted as the deviation of the actual microphone response from a uniform frequency response, unless it is not possible to measure this, in which case the deviation of the typical microphone response shall be used.

Methods of measuring the frequency response are given in IEC 61094 (all parts).

Where a sound calibrator, comparison coupler or electrostatic actuator is used to measure the actual microphone response, corrections shall be available to obtain the microphone free-field response over the required range of frequencies.

Measurements shall be made at octave intervals over the frequency range 63 Hz to 16 kHz for microphones used on class 1 sound level meters, and from 63 Hz to 8 kHz for microphones used on class 2 sound level meters. Exact frequencies shall be used for the measurements and in reporting the results.

NOTE 1 Exact frequencies are specified in Annex H.

For microphones where the reference direction is not along the principal axis e.g. some microphones used outdoors, the reference direction defines a range of directions. In this case at least four measurements at equally spaced rotational intervals shall be made, and the mean value and the maximum deviation from the mean value shall be calculated and reported for each microphone measured. If the variation in the results obtained is greater than the applicable tolerance limit, the correction shall not be used to demonstrate conformance of the sound level meter to IEC 61672-1.

NOTE 2 This method is being used whilst further experience is gained for microphones where the reference direction is not along the principal axis.

Where a typical free-field response is determined by the manufacturer for inclusion in the instruction manual, measurements shall be made on at least five samples of the model of microphone. The mean value shall be calculated at each frequency, and this is considered to be the typical response. The maximum deviation from the mean shall also be specified.

The corrections for the deviation from a uniform frequency response shall be calculated for either the actual microphone response or the typical microphone response, as applicable.

The expanded uncertainty of measurement, for the manufacturer or testing laboratory determining the corrections for the deviation of the microphone response from a uniform frequency response, shall not exceed 0,25 dB from 63 Hz up to and including 4 kHz, 0,35 dB at all frequencies above 4 kHz up to and including 8 kHz, and 0,45 dB at all frequencies above 8 kHz, when the 'reproducibility component' due to the variability of different samples of the microphone under test is excluded. The manufacturer or testing laboratory shall state the expanded uncertainty of the actual measurements performed, together with the associated coverage factor, in the documentation supplied.

11 Determination of corrections for the use of windscreens and similar accessories

IEC 61672-3 requires the use of corrections, for the influence on the frequency response of a typical microphone, of a specified windscreen and any other accessory that is part of the configuration for normal use of the particular sound level meter submitted for testing.

A windscreen is considered to be in the form of a porous object of various shapes that can be placed over a microphone. A similar accessory is one that can be mounted on a microphone without altering the position of the microphone and retains the same reference direction.

Where an accessory is an integral part of the sound level meter for the meter to conform to the requirements of IEC 61672-1, the complete sound level meter with the accessory fitted shall be tested. Possible examples are outdoor microphone enclosures, automatic calibration systems etc.

Further details on measuring these corrections are given in Annex C, and possible measurement methods are given in Annex G.

For microphones where the reference direction is not along the principal axis, for example some microphones used outdoors, at least four measurements at equally spaced rotational intervals shall be made, and the mean value calculated for each microphone measured.

NOTE In some instances combined data covering the corrections described in Clauses 10 and 11 can be provided.

The expanded uncertainty of measurement for the manufacturer or testing laboratory determining corrections for the use of accessories, including windscreens, shall not exceed 0,20 dB for all frequencies up to and including 4 kHz, and 0,30 dB at all frequencies above 4 kHz when the 'reproducibility component' due to the variability of different samples of the accessory under test is excluded. The manufacturer or testing laboratory shall state the expanded uncertainty of the actual measurements performed, together with the associated coverage factor, in the documentation supplied.

12 Determination of corrections over a range of frequencies when a sound calibrator is recommended for use by the sound level meter manufacturer

When the sound level meter manufacturer recommends the use of a multi-frequency sound calibrator for periodic testing of the acoustical response of the sound level meter at various test frequencies, IEC 61672-3 requires the use of corrections to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level.

At each test frequency the sound pressure level in the coupler of the sound calibrator shall be in the range from 70 dB to 125 dB, and preferably the reference sound pressure level at 1 kHz.

In some cases, depending on the construction of the multi-frequency calibrator and the particular model of microphone on the sound level meter, it will be necessary to replace the microphone protection grid with an adaptor ring to avoid resonances at the higher frequencies. The model of adaptor ring shall be specified by the manufacturer of the sound level meter and shall be available for general purchase. Any adaptor used with the sound calibrator shall be clearly identified, and referred to in the corrections. IEC 61672-3 requires that adaptors and adaptor rings of the same model shall be used for periodic testing of the sound level meter. If the range of correction values at each frequency measured using a sample of three microphones exceeds the maximum permitted expanded uncertainty of measurement, the microphone shall be considered as unsuitable for testing with a multi-frequency calibrator unless further testing of more samples can demonstrate otherwise.

Recommended methods for measuring these corrections, to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level over the frequency range of interest, are given in Annex D and Annex G. These corrections are applicable to a specific model of sound calibrator, microphone and sound level meter and depend on the configuration in which the sound level meter is used, e.g. with or without extension cable.

The expanded uncertainty of measurement of the corrections required to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level shall not exceed 0,25 dB for all frequencies up to and including 4 kHz, 0,35 dB at all frequencies above 4 kHz up to 10 kHz, and 0,50 dB at and above 10 kHz. These uncertainties of measurement apply for both the microphone alone and for the combination of microphone fitted to the sound level meter case. The manufacturer or testing laboratory shall state the expanded uncertainty of the actual measurements performed, together with the associated coverage factor, in the documentation supplied.

13 Determination of corrections over a range of frequencies when a comparison coupler is recommended for use by the sound level meter manufacturer

When the sound level meter manufacturer recommends the use of a comparison coupler for periodic testing of the acoustical response of the sound level meter at various test frequencies, the use of corrections to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level is required by IEC 61672-1.

Where a model of microphone has a back equalization vent, care should be taken to ensure it is appropriate to use a closed coupler. The frequency response at low frequencies is not equal to the sum of the cartridge and preamplifier free-field response.

At each test frequency the sound pressure level in the comparison coupler shall be in the range from 70 dB to 125 dB, and preferably the reference sound pressure level at 1 kHz.

In some cases an adaptor for fitting the sound level meter microphone to the comparison coupler is necessary, either because the coupler opening diameter is larger than the microphone diameter, or because the microphone grid causes poor repeatability at high frequencies and shall be substituted by an adaptor ring. The model of adaptor or adaptor ring shall be specified by the manufacturer of the sound level meter and shall be available for general purchase. IEC 61672-3 requires that adaptors of the same model shall be used for periodic testing of the sound level meter.

If the range of correction values at each frequency measured using a sample of three microphones exceeds the maximum permitted expanded uncertainty of measurement, the microphone shall be considered as unsuitable for testing with a comparison coupler unless further testing of more samples can demonstrate otherwise.

Recommended methods for measuring these corrections, required to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level, over the frequency range of interest are

given in Annex E and Annex G. These corrections are applicable to a specific model of comparison coupler, microphone and sound level meter and depend on the configuration in which the sound level meter is used, e.g. with or without extension cable.

The expanded uncertainty of measurement of the corrections required to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level shall not exceed 0,25 dB for all frequencies up to and including 4 kHz, 0,35 dB for all frequencies above 4 kHz up to 10 kHz, and 0,50 dB at and above 10 kHz. The manufacturer or testing laboratory shall state the expanded uncertainty of the actual measurements performed, together with the associated coverage factor, in the documentation supplied.

14 Determination of corrections over a range of frequencies when an electrostatic actuator is recommended for use by the sound level meter manufacturer

When the sound level meter manufacturer recommends the use of an electrostatic actuator for periodic testing of the acoustical response of the sound level meter at various test frequencies, IEC 61672-3 requires the use of corrections to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level.

At 1 kHz the signal level displayed shall be in the range 80 dB to 105 dB.

If the range of correction values at each frequency measured using a sample of three microphones exceeds the maximum permitted expanded uncertainty of measurement, the microphone shall be considered as unsuitable for testing with an electrostatic actuator unless further testing of more samples can demonstrate otherwise.

Recommended methods for measuring these corrections, which are normalized to the calibration check frequency, required to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level, over the frequency range of interest are given in Annex F and Annex G. These corrections are applicable to a specific model of electrostatic actuator, microphone and sound level meter and depend on the configuration in which the sound level meter is used, for example, with or without extension cable.

The expanded uncertainty of measurement of the corrections required to adjust the indication on the sound level meter to an equivalent free-field level shall not exceed 0,25 dB for all frequencies up to and including 4 kHz, 0,35 dB for all frequencies above 4 kHz up to 10 kHz, and 0,50 dB at and above 10 kHz. The manufacturer or testing laboratory shall state the expanded uncertainty of the actual measurements performed, together with the associated coverage factor, in the documentation supplied.

15 Documentation

After completion of the tests the laboratory shall issue a document containing, as a minimum and as applicable, the following information:

- a) the date(s) when the measurements were performed;
- b) the name and location of the laboratory performing the measurements;
- c) the name of the manufacturer or supplier, model designation and serial number of the sound level meter and, if applicable, the version of the internal operating software loaded in the sound level meter;
- d) the name of the manufacturer or supplier, model designation and serial number of the microphones;
- e) the name of the manufacturer or supplier, model designation and any unique identification of the preamplifiers, if separate;

- f) details of the instruction manual that was provided for the sound level meter including, as applicable, the publication date and version number;
- g) the name of the manufacturer or supplier, model designation and serial numbers of the sound calibrators, together with details of any adaptors used;
- h) the name of the manufacturer or supplier, model designation and serial numbers (if any) of the comparison coupler, together with details of any adaptors used;
- i) the name of the manufacturer or supplier, model designation and serial numbers (if any) of the electrostatic actuator, together with details of any adaptors used;
- j) information on the calibration of the sound calibrator at the required frequencies and evidence of conformance to the appropriate class of IEC 60942;
- k) a description of the configuration of the sound level meter during the measurements including any connecting cables that were provided to operate the sound level meter and where corrections are applied in software a description of the setting used during the measurements;
- l) a description of any accessories used during the measurements;
- m) a statement detailing the methods used from IEC 62585:2012 to perform the measurements;
- n) the corrections obtained as a result of the measurements, together with the actual associated expanded uncertainties of measurement and the coverage factor;
- o) a statement on whether the measured expanded uncertainties of measurement are within the maximum permitted values given in this International Standard;
- p) a statement, as to whether the supplied corrections conform to the requirements of IEC 61672-1 in terms of the deviations of the measured values from the supplied corrections, and hence whether the corrections and uncertainties supplied may be used during a periodic test of a sound level meter according to IEC 61672-3;
- q) the ranges of static air pressure, temperature and relative humidity at the time the measurements were performed.

For future reference, the testing laboratory should retain the measured data and a copy of the documentation.

Annex A (normative)

Calibration check frequency – Determination of the adjustment value

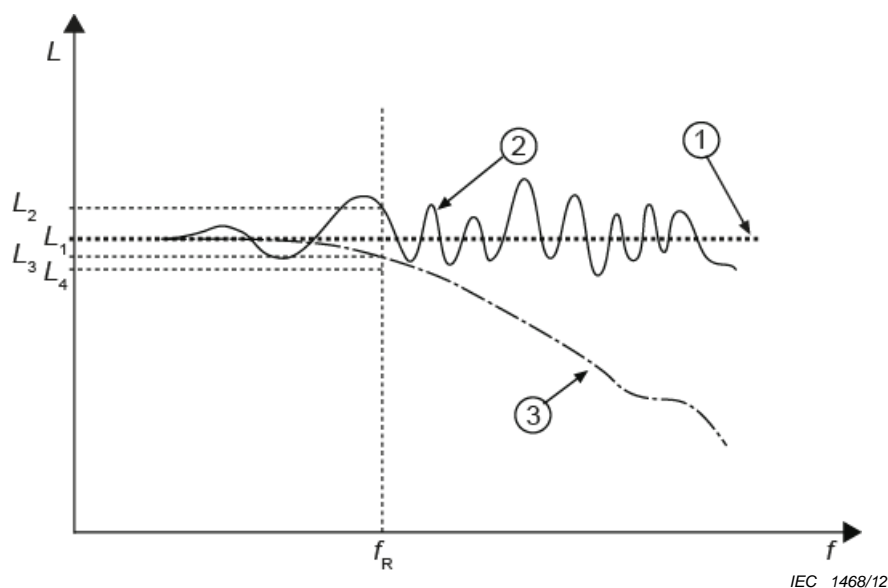
The manufacturer of the sound level meter shall specify the adjustment value, valid at reference conditions, to be applied to obtain the required indication on the display of the sound level meter in response to the sound pressure level generated by the recommended model of sound calibrator. The value shall be selected by the manufacturer to optimize performance over the complete frequency range (see Clause 8), and may result in a deliberate 'offset' from the exact value at the calibration check frequency.

This adjustment value shall take into account the model of microphone, reflections from the sound level meter case and any diffraction effects, and may depend on the configuration in which the sound level meter is to be used, for example, with or without extension cable.

Figure A.1 illustrates the considerations that shall be made by the sound level meter manufacturer in optimizing the adjustment value over the complete frequency range, in terms of the free-field response, pressure response and sound calibrator response.

The response of the sound level meter, when placed in an acoustic field of approximately plane progressive waves (free-field) with where possible a measured level equal to the stated level for the recommended sound calibrator, shall be measured for the range of frequencies appropriate for the class of sound level meter. The level stated for the sound calibrator is indicated as level L_1 in Figure A.1. Where it is not possible to generate a measured free-field level equal to that generated by the sound calibrator, the difference between the achievable free-field level and that generated by the sound calibrator shall be determined and allowance made for this difference in the subsequent calculations. The sensitivity of the sound level meter shall be adjusted to minimise the averaged deviation in the indicated level from the sound pressure level of the incident progressive wave in a free sound field at different frequencies. The tolerance limits, which are stated in IEC 61672-1, vary with frequency and these differences shall be taken into account by the manufacturer when determining the adjustment value to optimize performance over the complete frequency range. In Figure A.1, the free-field response for the sound level meter is shown as (2) and the sound pressure level of the incident progressive wave in a free sound field as (1).

After adjustment of the sensitivity using the method above, the microphone of the sound level meter shall be exposed to the sound from the sound calibrator. The indicated value is shown as level L_4 in Figure A.1.



Key

1 design goal for the free-field response

2 free-field response

3 pressure response

L_1 reference sound pressure level

L_2 indicated level when the instrument is exposed to a free-field sound at the reference level and calibration check frequency

L_3 indicated level when the instrument is exposed to a sound pressure at the reference level and calibration check frequency

L_4 indicated level when the instrument is exposed to the sound pressure from a sound calibrator producing the reference level at the calibration check frequency

f_R calibration check frequency in hertz

NOTE The difference ($L_3 - L_4$) can be either positive or negative, due to the loading of the sound calibrator by the microphone of the sound level meter.

Figure A.1 – Diagrammatic representation of factors for consideration in optimising adjustment value at the calibration check frequency

The adjustment value to be added to the indication of the sound level meter when exposed to the sound generated by the sound calibrator is $\Delta L = L_1 - L_4$. The instruction manual for the sound level meter shall state this value as a fixed number without associated expanded uncertainty of measurement.

In Figure A.1, a typical pressure field response for a sound level meter, at different frequencies, when the microphone is exposed to a sound pressure with a level equal to the stated level for the recommended sound calibrator is shown as (3). The difference between the free-field level (1) and the indicated levels when the sound level meter is exposed to the pressure field (3) shall be the pressure-to-free-field correction for the sound level meter.

Annex B (normative)

Determination of the effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone

B.1 General

Measurements to determine the effects of reflections from the case of the sound level meter, and diffraction of sound around the microphone, shall be performed using a comparison technique. Guidelines for comparison techniques are given in Annex G.

B.2 Measurements

One of the methods given in Annex G shall be used.

For the methods given in Annex G, the configurations shall be as follows:

- set-up 1 is with the microphone from the sound level meter alone;
- set-up 2 is with the complete sound level meter with the microphone fitted
 - or with the microphone fitted with a dummy sound level meter case;
 - or with the microphone connected to the sound level meter via an extension cable as applicable for the configuration under test.

For some of the methods given in Annex G an a.c. output needs to be available.

Any dummy case shall be constructed from material similar to that used for the case of the actual sound level meter.

The reference point of the microphone of the sound level meter in set-up 2 shall occupy the same position as that previously occupied by the reference point of the microphone alone in set-up 1.

Where the same preamplifier is not used for both measurements, corrections shall be applied to account for any differences in the frequency responses of the two preamplifiers, or for differences in the gain.

For the method given in G.4 any reflections shall travel at least 1,5 m further to the microphone than the direct sound, with the exception of reflections from the sound level meter mounting rod.

For both class 1 and class 2 sound level meters, the frequency intervals and frequency ranges over which measurements shall be performed are given in IEC 61672-1. The results of the measurements shall be valid for, and reported at, exact frequencies (base 10), as given in Annex H.

Annex C (normative)

Determination of the effects of the use of windscreens and similar accessories

C.1 General

Measurements to determine the effects of accessories, including windscreens, shall be performed using a comparison technique. Guidelines for comparison techniques are given in Annex G.

C.2 Measurements

For the methods given in Annex G, the configurations shall be as follows:

- set-up 1 is either with the microphone from the sound level meter alone or the complete sound level meter;
- set-up 2 is with the accessory fitted to the microphone or with the accessory fitted to the complete sound level meter, as applicable.

Whether a microphone, rather than the sound level meter, can be used will depend on the accessory under test.

For each accessory, including outdoor enclosures, measurements shall be performed on three samples of the accessory, apart from where the accessory is a windscreen in which case five samples shall be used.

The frequency interval for the measurement of accessories shall not be greater than one-third octave. The frequency range to be tested for both class 1 and class 2 sound level meters shall be that given in IEC 61672-1 for the appropriate accessory. The results of the measurements shall be valid for, and reported at, exact frequencies (base 10), as given in Annex H.

NOTE Different frequency ranges can apply for different accessories, as IEC 61672-1 provides a more limited frequency range for testing of windscreens.

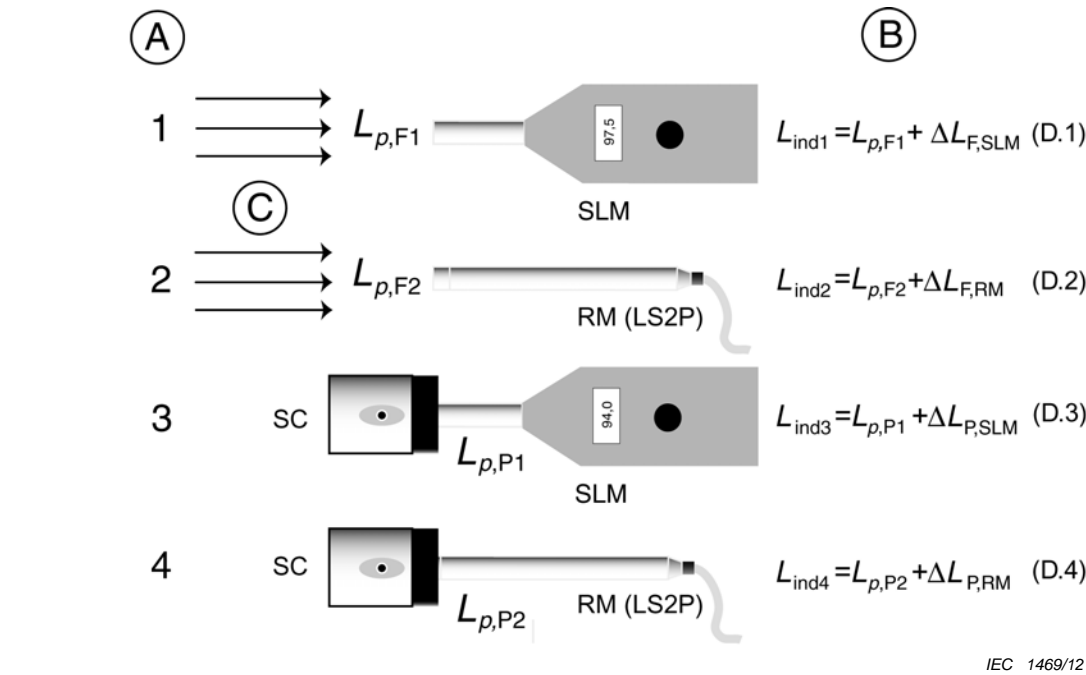
Annex D
(informative)

**Determination of corrections for use with sound calibrators to determine
equivalent free-field response at all frequencies of interest**

D.1 Principle of measurement methodology

Free-field corrections valid for a model of sound level meter and a model of sound calibrator may be determined by the method below. The method requires a laboratory standard microphone (IEC 61094-1, LS2P), for which the free-field corrections are known, but it requires neither absolute measurements nor an absolutely calibrated sound level meter and sound calibrator. Four measurements are to be performed, as shown in Figure D.1. The Equations (D.1), (D.2), (D.3) and (D.4) describe the levels indicated by the sound level meter and the reference microphone channel and what they represent. Considering the free-field levels and the pressure levels, respectively, to be equal, the resulting correction can be calculated from the four indicated levels and from the reference microphone free-field correction (given in IEC/TS 61094-7).

An LS2P microphone should be used regardless of the size of microphone fitted to the sound level meter.



IEC 1469/12

- Key**
- A measurement sequence
 - B indicated levels
 - C free progressive sound field
 - SLM sound level meter
 - RM reference microphone
 - SC sound calibrator

Figure D.1 – Measurement steps using a sound calibrator

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{P,SLM} = L_{ind1} - L_{ind2} - L_{ind3} + L_{ind4} - L_{p,F1} + L_{p,F2} + L_{p,P1} - L_{p,P2} + \Delta L_{F,RM} - \Delta L_{P,RM} \quad (D.5)$$

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{P,SLM} = (L_{ind1} - L_{ind3}) - (L_{ind2} - L_{ind4}) - (L_{p,F1} - L_{p,F2}) + (L_{p,P1} - L_{p,P2}) + \Delta L_{F,RM} - \Delta L_{P,RM} \quad (D.6)$$

$$C_{FF,SLM} = (L_{ind1} - L_{ind3}) - (L_{ind2} - L_{ind4}) - (L_{p,F1} - L_{p,F2}) + (L_{p,P1} - L_{p,P2}) + C_{FF,RM} \quad (D.7)$$

NOTE 1 Equations (D.5), (D.6) and (D.7) have been written in expanded form to demonstrate fully the components for which contributions are required in the calculation of the uncertainty of measurement. Also although some components are intended to be equal, for example, $L_{p,F1}$ and $L_{p,F2}$, it is possible there can be some small discrepancy between them which is to be included in the calculation.

where

$L_{ind1}, L_{ind2},$ L_{ind3}, L_{ind4}	are the levels indicated during measurements 1, 2, 3 and 4 respectively;
$L_{p,F1}, L_{p,F2}$	are the free-field sound pressure levels during measurements 1 and 2 respectively;
$L_{p,P1}, L_{p,P2}$	are the sound pressure levels measured with sound calibrator applied during measurements 3 and 4 respectively;
$\Delta L_{F,SLM}$	is the deviation between free-field level and level indicated by SLM (measurement 1);
$\Delta L_{F,RM}$	is the deviation between free-field level and level indicated by reference microphone channel (measurement 2);
$\Delta L_{P,SLM}$	is the deviation between sound calibrator pressure level and level indicated by SLM (measurement 3);
$\Delta L_{P,RM}$	is the deviation between sound calibrator pressure level and level indicated by reference microphone channel (measurement 4);
$C_{FF,SLM}$	is the free-field correction valid with applied SLM and sound calibrator;
$C_{FF,RM}$	is the free-field correction of reference microphone (given in IEC/TS 61094-7).

NOTE 2 The levels $L_{p,F1}$ and $L_{p,F2}$ can either, with a stable sound source, be considered to be equal or the difference can be determined with a monitor microphone placed in front of and close to the sound source.

NOTE 3 The levels $L_{p,P1}$ and $L_{p,P2}$ are, with a stable sound calibrator, defined to be the same.

NOTE 4 Measured levels are expressed in decibels (dB).

D.2 Measurement methodology

Step 1 – The sound level meter in the configuration in which it is to be tested (e.g. with or without extension cable), with the grid in place on the microphone, is placed in a free progressive sound field. The output from the sound level meter is measured (in decibels) either via the display of the sound level meter, or preferably by using a suitable device to measure the output from the meter, at each frequency where corrections are given in the instruction manual for the sound level meter. Where a free progressive sound field is not available, other techniques such as those described in Annex G, may be used.

Step 2 – Without changing the level of the free progressive sound field, the sound level meter is replaced by a reference laboratory standard (LS2P) microphone (as described in IEC 61094-1), for which the pressure-to-free-field correction is known at all the frequencies of interest (from IEC/TS 61094-7). The reference point of the microphone should occupy the same position as that previously occupied by the reference point of the microphone of the sound level meter. The level of the sound field (in decibels) is measured using the reference microphone at all required frequencies, by measuring the level of the output voltage from the microphone.

Step 3 – The sound calibrator, of a model recommended by the sound level meter manufacturer for use during periodic testing, is applied to the sound level meter and the output from the sound level meter (in decibels) noted at all required frequencies using the same method and instrumentation as in Step 1. The nominal sound pressure level of the sound calibrator is the reference sound pressure level. In some cases, depending on the construction of the multi-frequency calibrator and the particular model of microphone on the sound level meter, it will be necessary to replace the microphone protection grid with the adaptor ring specified by the sound level meter manufacturer to avoid resonances at the higher frequencies. Any adaptor used with the sound calibrator should be clearly identified, and referred to in the corrections.

Step 4 – The same sound calibrator is applied to the reference microphone and the output from the microphone (in decibels) noted using the same method and instrumentation as in Step 2.

Step 5 – For each measurement, the correction at each frequency is calculated according to Equation (D.7).

Step 6 – Steps 1 to 5 are repeated for each other combination of microphone and sound calibrator, required as described in Clause 7, to give a minimum of nine measurements, using one source to receiver distance only. The correction for each combination of microphone and sound calibrator, at each required frequency, is calculated as the mean of these measurements.

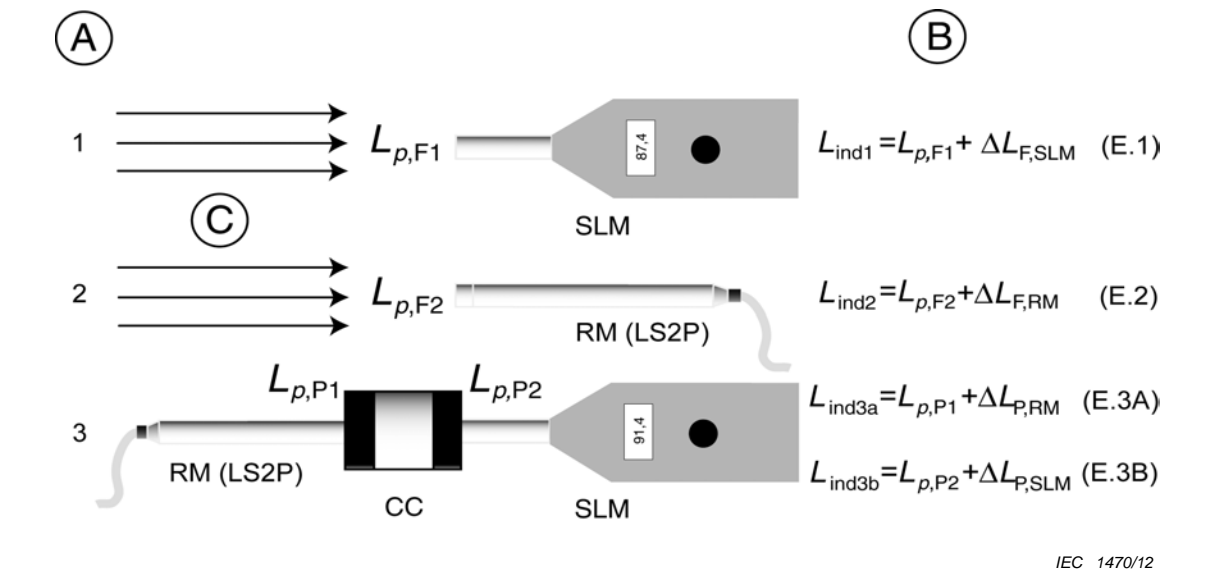
NOTE For practical reasons it can be easier to perform the measurements with the first microphone and the three calibrators described in Clause 7, and then change to the second microphone etc.

Annex E
(informative)

**Determination of corrections for use with comparison couplers
to determine equivalent free-field frequency response at all frequencies
of interest**

E.1 Principle of measurement methodology

Free-field corrections valid for a model of sound level meter and a model of comparison calibration coupler (IEC 61094-5) may be determined by the method below. A comparison coupler is a sound source that produces a pressure sound field in a cavity that has two openings in which two microphones may be mounted face to face. The method requires a laboratory standard microphone (IEC 61094-1, LS2P), for which the free-field corrections are known, but it requires neither absolute measurements nor an absolutely calibrated sound level meter nor a reference LS2P microphone. Four measurements are to be performed, as shown in Figure E.1. The Equations (E.1), (E.2), (E.3A) and (E.3B) describe the levels indicated by the sound level meter and the reference microphone channel and what they represent. Considering the free-field levels to be equal, the resulting correction can be calculated from the four indicated levels and from the reference microphone free-field correction (given in IEC/TS 61094-7).



IEC 1470/12

Key

- A measurement sequence
- B indicated levels
- C free progressive sound field
- SLM sound level meter
- RM reference microphone
- CC comparison coupler

Figure E.1 – Measurement steps using a comparison coupler

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{P,SLM} = L_{ind1} - L_{ind2} - L_{ind3a} + L_{ind3b} - L_{p,F1} + L_{p,F2} + L_{p,P1} - L_{p,P2} + \Delta L_{F,RM} - \Delta L_{P,RM} \quad (E.4)$$

$$\frac{\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{P,SLM}}{\Delta L_{F,RM} - \Delta L_{P,RM}} = (L_{ind1} - L_{ind3a}) - (L_{ind2} - L_{ind3b}) - (L_{p,F1} - L_{p,F2}) + (L_{p,P1} - L_{p,P2}) + \quad (E.5)$$

$$C_{FF,SLM} = (L_{ind1} - L_{ind3a}) - (L_{ind2} - L_{ind3b}) - (L_{p,F1} - L_{p,F2}) + (L_{p,P1} - L_{p,P2}) + C_{FF,RM} \quad (E.6)$$

NOTE 1 Equations (E.4), (E.5) and (E.6) have been written in expanded form to demonstrate fully the components for which contributions are required in the calculation of the uncertainty of measurement. Also although some components are intended to be equal, for example, L_{F1} and L_{F2} , it is possible there can be some small discrepancy between them which is to be included in the calculation.

where

$L_{ind1}, L_{ind2},$ L_{ind3a}, L_{ind3b}	are the levels indicated during measurements 1, 2, and 3 respectively;
$L_{p,F1}, L_{p,F2}$	are the free-field sound pressure levels during measurements 1 and 2 respectively;
$L_{p,P1}$	is the sound pressure level at reference microphone in the comparison coupler during measurements 3;
$L_{p,P2}$	is the sound pressure level at sound level meter in the comparison coupler during measurements 3;
$\Delta L_{F,SLM}$	is the deviation between free-field level and level indicated by SLM (measurement 1);
$\Delta L_{F,RM}$	is the deviation between free-field level and level indicated by reference microphone channel (measurement 2);
$\Delta L_{P,SLM}$	is the deviation between comparison coupler level and level indicated by SLM (measurement 3);
$\Delta L_{P,RM}$	is the deviation between comparison coupler level and level indicated by reference microphone channel (measurement 3);
$C_{FF,SLM}$	is the free-field correction valid with applied SLM and comparison coupler;
$C_{FF,RM}$	is the free-field correction of reference microphone (IEC/TS 61094-7).

NOTE 2 The levels $L_{p,F1}$ and $L_{p,F2}$ can either, with a stable sound source, be considered to be equal, or the difference can be determined with a monitor microphone placed in front of and close to the sound source.

NOTE 3 Measured levels are expressed in decibels (dB).

E.2 Measurement methodology

Step 1 – The sound level meter in the configuration in which it is to be tested (e.g. with or without extension cable), with the grid in place on the microphone, is placed in a free progressive sound field. The output from the sound level meter is measured (in decibels) either via the display of the sound level meter, or preferably by using a suitable device to measure the output from the meter, at each frequency where corrections are given in the instruction manual for the sound level meter. Where a free progressive sound field is not available, other techniques such as those described in Annex G, may be used.

Step 2 – Without changing the level of the free progressive sound field, the sound level meter is replaced by a reference laboratory standard (LS2P) microphone (as described in IEC 61094-1), for which the pressure-to-free-field correction is known at all the frequencies of interest (from IEC/TS 61094-7). The reference point of the microphone should occupy the same position as that previously occupied by the reference point of the microphone of the sound level meter. The level of the sound field (in decibels) is measured using the reference microphone at all required frequencies, by measuring the level of the output voltage from the microphone.

Step 3 – Both the SLM and the reference microphone are applied to the two openings of the comparison coupler. The comparison coupler model is recommended by the sound level meter manufacturer for use during periodic testing, and the corrections obtained using the method given in this Annex are only applicable to comparison couplers of the same model. In some cases use of the specified adaptor or adaptor ring in place of the microphone grid for fitting the sound level meter microphone to the comparison coupler is necessary. The levels (in decibels) proportional to the frequency response of the SLM and of the reference microphone at all required frequencies may be measured simultaneously or sequentially. IEC 61094-5 gives a procedure for performing the measurement and a guide for the calculation of the uncertainty of measurement.

Where an adaptor ring is used the uncertainty pertaining to the variability of the adaptor ring should be determined by repeating the measurement on the same sound level meter with an adequate number of rings.

Step 4 – The correction at the required frequencies is calculated according to Equation (E.6).

Step 5 – Steps 1 to 4 are repeated using at least two other microphones of the same model on the sound level meter, required as described in Clause 7. The correction for each combination of microphone and comparison coupler, at each required frequency, is calculated as the mean of these measurements.

The influence of the reference microphone and of the comparison coupler does not need to be determined as the effects of their variability is estimated to be significantly lower than that of the sound level meter microphone/grid or microphone/ring adaptor combinations.

Annex F

(informative)

Determination of corrections for use with electrostatic actuators

to determine equivalent free-field frequency response at all frequencies

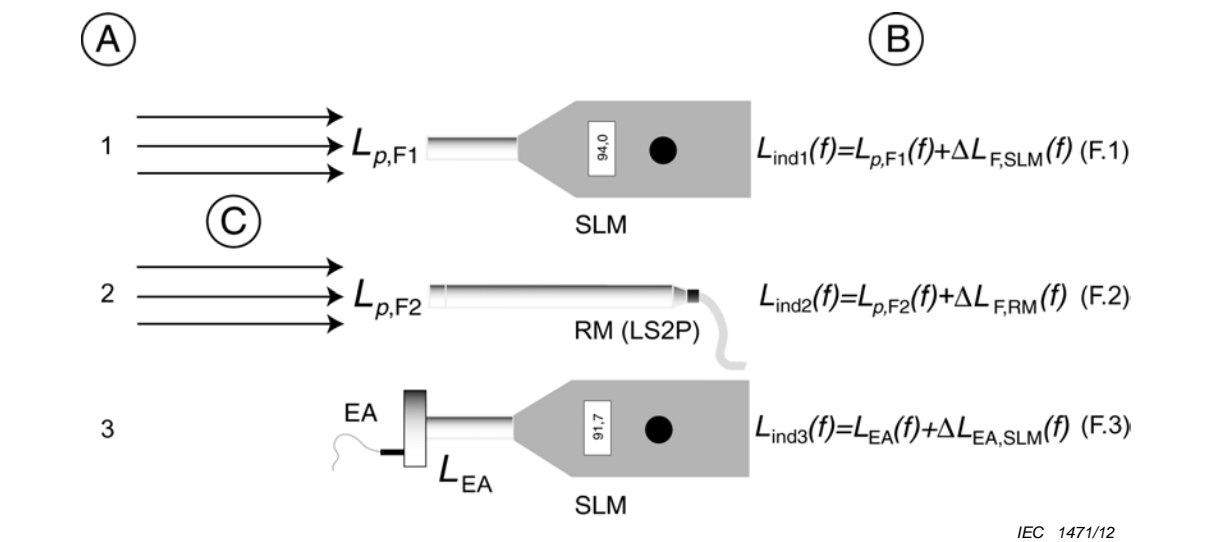
of interest

F.1 Principle of measurement methodology

The free-field correction, normalized to the value at the calibration check frequency, valid for a model of sound level meter and a model of electrostatic actuator (IEC 61094-6) may be determined by the method below. The method requires an electrostatic actuator and a laboratory standard microphone (IEC 61094-1, LS2P), for which the free-field sensitivity is known at all frequencies of interest, but it does not require an absolutely calibrated sound level meter. The frequency response of the reference microphone channel must be known, but the channel is not required to be absolutely calibrated. Three measurements are to be performed at the actual frequency and at the calibration check frequency (the normalization frequency), as shown in Figure F.1. Equations (F.1), (F.2) and (F.3) describe the levels indicated by the sound level meter and the reference microphone channel and what they represent. Considering the free-field levels to be equal, the resulting correction can be calculated from the levels indicated at the two frequencies and from the reference microphone free-field sensitivity.

NOTE 1 Further guidance on the use of electrostatic actuators can be found in IEC 61094-6.

NOTE 2 Holes or cracks in the microphone diaphragm are likely to produce errors in the measurements, particularly at low frequencies. A visual inspection of the microphone is therefore recommended prior to any measurements.



Key	
A	measurement sequence
B	indicated levels
C	free progressive sound field
SLM	sound level meter
RM	reference microphone
EA	electrostatic actuator

Figure F.1 – Measurement steps using an electrostatic actuator

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{EA,SLM} = L_{ind1} - L_{ind2} - L_{p,F1} + L_{p,F2} + S_{RM} + G_{RC} - L_{ind3} + L_{EA} \quad (F.4)$$

$$R_{N,ind1} = L_{ind1}(f) - L_{ind1}(f_0) \quad (F.5)$$

$$R_{N,ind2} = L_{ind2}(f) - L_{ind2}(f_0) \quad (F.6)$$

$$R_{N,ind3} = L_{ind3}(f) - L_{ind3}(f_0) \quad (F.7)$$

$$R_{N,p,F1} = L_{p,F1}(f) - L_{p,F1}(f_0) \quad (F.8)$$

$$R_{N,p,F2} = L_{p,F2}(f) - L_{p,F2}(f_0) \quad (F.9)$$

$$R_{N,EA} = L_{EA}(f) - L_{EA}(f_0) \quad (F.10)$$

$$S_{N,RM} = S_{RM}(f) - S_{RM}(f_0) \quad (F.11)$$

$$G_{N,RC} = G_{RC}(f) - G_{RC}(f_0) \quad (F.12)$$

$$C_{N,FF,SLM} = R_{N,ind1} - R_{N,ind2} - (R_{N,p,F1} - R_{N,p,F2}) + S_{N,RM} + G_{N,RC} - (R_{N,ind3} - R_{N,EA}) \quad (F.13)$$

where

$L_{ind1}, L_{ind2}, L_{ind3}$	are the levels indicated during measurements 1, 2 and 3 respectively;
$L_{p,F1}, L_{p,F2}$	are the free-field sound pressure levels during measurements 1 and 2 respectively;
L_{EA}	is the simulated sound pressure level of electrostatic actuator during measurements 3;
$\Delta L_{F,SLM}$	is the deviation between free-field level and level indicated by SLM (measurement 1);
$\Delta L_{EA,SLM}$	is the deviation between simulated level from electrostatic actuator and level indicated by SLM (measurement 3);
$R_{N,X}$	is the response of parameter as indicated in the index, normalised at the calibration check frequency;
$S_{RM}, S_{N,RM}$	is the free field (open circuit) sensitivity of reference microphone and free field sensitivity of reference microphone normalised at the calibration check frequency, respectively;
$G_{RC}, G_{N,RC}$	is the gain of reference channel and gain of reference channel normalised at the calibration check frequency, respectively;
f	is the frequency;
f_0	is the normalization and calibration check frequency;
$C_{N,FF,SLM}$	is the normalised free-field correction valid with applied SLM and electrostatic actuator.

NOTE 3 The levels $L_{p,F1}$ and $L_{p,F2}$ can either, with a stable sound source, be considered to be equal, or the difference can be determined with a monitor microphone placed in front of and close to the sound source.

NOTE 4 If the a.c. voltage on the electrostatic actuator is independent of frequency the simulated sound pressure level can be considered to be the same at the test frequency and at the calibration check frequency (normalization frequency).

NOTE 5 Measured levels are in decibels (dB).

NOTE 6 The response to a real sound pressure and an electrostatic pressure produced by an actuator will differ, especially at higher frequencies, due to different loading of the diaphragm of the microphone.

F.2 Measurement methodology

Step 1 – The sound level meter in the configuration in which it is to be tested (e.g. with or without extension cable), is placed in a free progressive sound field. The output from the sound level meter (in decibels) is measured either via the display of the sound level meter, or preferably by using a suitable device to measure the output from the sound level meter at the calibration check frequency and at each frequency where corrections are given in the instruction manual for the sound level meter. Where a free progressive sound field is not available, other techniques such as those described in Annex G, may be used.

Step 2 – Without changing the level of the free progressive sound field, the sound level meter is replaced by a reference laboratory standard (LS2P) microphone (as described in IEC 61094-1), for which the free-field sensitivity is known at all the frequencies of interest. The reference point of the microphone should occupy the same position as that previously occupied by the reference point of the microphone of the sound level meter. The level of the sound field (in decibels) is measured at all required frequencies, including the calibration check frequency, using the reference microphone, by measuring the level of the output voltage from the microphone.

Step 3 – The electrostatic actuator, of a model recommended by the sound level meter manufacturer for use during periodic testing, is applied to the microphone of the sound level meter using the method given by the manufacturer and the output from the sound level meter (in decibels) noted at all required frequencies, including the calibration check frequency, using the same method and instrumentation as in Step 1.

NOTE 1 Some microphones have a built-in electrostatic actuator.

Step 4 – The correction at the required frequencies, normalized to the calibration check frequency, is calculated according to Equation (F.13).

Step 5 – Steps 1 to 4 are repeated for each other combination of microphone and electrostatic actuator, required as described in Clause 7. The correction for the combination of microphone and electrostatic actuator, at each required frequency, normalised to the calibration check frequency, is calculated as the mean of these measurements.

NOTE 2 When an electrostatic actuator is used, the absolute response is measured at the calibration check frequency using a sound calibrator.

Annex G (informative)

Comparison techniques

G.1 General

This annex gives guidelines for comparison techniques to determine the corrections to obtain the free-field response of a sound level meter. The techniques only cover comparison by substitution.

G.2 Comparison by substitution

G.2.1 General

The comparison by substitution method is based on two consecutive measurements of two different configurations. The ratio between the responses for the two configurations is determined. Initially, the response of the first configuration is measured. Subsequently this configuration is substituted with the second and the response of the second configuration is measured. When the responses are measured as levels, the ratio between the responses is found as the difference in level response between the two configurations.

As the result of the comparison is the ratio between the measured quantities, no absolute calibrations of the measuring instruments are required.

When only the measured ratio is of interest, for example when the influence of a windscreen is measured, the absolute values of the responses do not need to be known.

When one of the configurations is a known reference and the other configuration is a 'set-up' with unknown response to be measured, the response to be measured will then be given as the stated response of the known reference multiplied by the measured ratio.

Some of the techniques described in this annex have been compared in [2].

G.2.2 Method

The following method allows response differences at the frequencies of interest to be obtained between two different configurations – known as set-up 1 and set-up 2. The position of the microphone reference point and the orientation of the microphone are the same in set-up 1 and set-up 2. Set-up 2 is not present during the measurement of set-up 1 and vice versa.

In cases where the microphone is not the same in set-up 1 and set-up 2, the acoustic centres of the microphones should be placed in the same position in order to obtain optimum results. If however the position of the acoustic centres is not known, the microphone reference points should be used as the best approximation. The influence of the difference should be taken into account in the uncertainty calculations.

Using, as an example, the measurements required by Clause 9 and described in Annex B to determine the effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone for, say, a microphone close-coupled to the body of the sound level meter, the configurations are as follows:

- set-up 1 is with the microphone from the sound level meter alone mounted on a rod, as in Clause 6, and

- set-up 2 is with the complete sound level meter with the microphone fitted as specified in the instruction manual.

Set-up 1 is established in the sound field without the presence of set-up 2. The frequency response of set-up 1 (in the example above, the microphone detached from the sound level meter and mounted on a rod) in free field conditions is determined over the frequency range of interest, using one of the measurement techniques described below.

Set-up 1 is then removed and set-up 2 established (in the example above, the complete sound level meter with the microphone fitted). The frequency response of set-up 2 is then determined in the same free-field conditions over the frequency range of interest, using the same method.

NOTE 1 A monitor microphone positioned near the sound source can be used to ensure that the same sound field is produced, or alternatively a repeat measurement of set-up 1 at the end of the measurements can be used to check the stability of the sound source.

The difference, in decibels, between the responses obtained for set-up 2 and set-up 1 gives the correction at each frequency.

NOTE 2 Although only one measurement is required for each set-up, it can be necessary to make repeated measurements to improve the signal-to-noise ratio, or to ensure that repeatability contributions to the total expanded uncertainty are known, or both.

The uncertainty contributions of particular importance to comparison by substitution with any of the techniques mentioned in the remainder of this annex, are expected to include the stability of the sound field and the reproducibility of the position and orientation of the microphone.

G.3 Time selective techniques

Time selective techniques are described in detail in Annex B of IEC 61094-8 [3] IEC 61094-8 describes the use of these techniques with microphones, but the techniques are equally applicable for measuring the corrections described in this International Standard for a sound level meter.

The details of the measurement methods in Annex B of IEC 61094-8 should be followed, replacing the term ‘microphone’ being measured with ‘sound level meter’ being measured.

For a time selective technique to be used with a sound level meter, an a.c. output needs to be available on the sound level meter.

Equivalent methods, not described in IEC 61094-8 are not excluded from use in the context of this International Standard.

G.4 Steady state response technique

This clause describes the technique of measuring with steady state or slowly swept sinusoidal signals. The steady state response technique is the only option for response measurements if an a.c. output is not available.

Steady state response measurements are made in a free field, that is, in an anechoic room or in anechoic conditions, in order to avoid reflections that influence the sound field. The set-up is such that reflections in the direction of the device being measured are minimised.

The excitation signal is either sinusoidal at discrete frequencies or a slowly swept sinusoidal signal. If a swept signal is used, the sweep rate needs to be sufficiently low so as to ensure

that the transient behaviour of any detection devices does not contribute significantly to the uncertainty.

The output voltage from the preamplifier or sound level meter, if an a.c. output is available, in response to the sound field is measured at each frequency of interest. If the sound level meter is used and an a.c. output is not available, the level displayed by the sound level meter is used, or set-up 2 may be realised with the same microphone as in set-up 1 fitted with a dummy case of the same shape and of material similar to the actual case of the sound level meter, and the output voltage from the preamplifier measured.

NOTE Considerable care needs to be taken if a dummy case is used, as it can be difficult to achieve exactly the same reflection properties at the front of a dummy case as would be obtained for the actual sound level meter.

It is recommended that the measurements above are repeated at least twice to give a total of at least three measurements. The arithmetic mean of the responses, in decibels, is calculated and taken to represent the typical response.

Spatial averaging, that is, repeating the measurements with several set-ups with different measurement paths, can reduce the effects from room reflections and the uncertainty of the result. The position of supporting equipment that is not regarded as a part of the configuration being measured should also be varied relative to the measuring object. In comparison by substitution it is, however, important that measurements with set-up 1 and set-up 2 are made with the same positions for each set-up variation, as described in G.2.2.

The uncertainty contributions of particular importance to the steady state response technique include the influence of reflections, noise, reading of the voltage or indication levels, and time variation of both the configuration being measured and the sound source.

The influence of reflections is the dominant source of uncertainty in the steady state response technique, Reference [2] in the Bibliography. If spatial averaging is used, the variation of the individual responses can be used in the estimation of the uncertainty due to reflections. In cases where spatial averaging is not used, it is recommended that some measurements with different measurement paths are carried out in order to evaluate the uncertainty contribution due to reflections.

Annex H (informative)

Exact one-twelfth-octave frequencies

H.1 General

This annex gives a calculation method and a list of frequencies at one-twelfth-octave intervals.

H.2 Calculation method

Any exact one-twelfth-octave frequency, f_x , can be calculated from the formula:

$$f_x = f_r \cdot 10^{3x/10b} \quad (\text{H.1})$$

where

x is any integer, positive, negative, or zero;

f_r is the reference frequency of 1000 Hz;

$b = 12$ is the step-width designator.

Exact frequencies for one-twelfth-octave steps in the decade from 1 kHz to 10 kHz are given in Table H.1. The table may be extended to any decade and will only differ in the placement of the decimal sign.

NOTE The exact frequencies specified in this annex correspond to the band-edge-frequencies for one-twelfth-octave filters according to [4], to ensure that the frequency of 1 kHz is included together with other midband frequencies for one-third-octave filters. 1 kHz is very commonly used as the calibration check frequency for sound level meters (as defined in IEC 61672-1).

Table H.1 – Exact frequencies for one-twelfth-octave steps over one decade

Index	Exact f_x kHz	Exact f_x calculated kHz
0	$10^{0/40}$	1,000 000
1	$10^{1/40}$	1,059 254
2	$10^{2/40}$	1,122 018
3	$10^{3/40}$	1,188 502
4	$10^{4/40}$	1,258 925
5	$10^{5/40}$	1,333 521
6	$10^{6/40}$	1,412 538
7	$10^{7/40}$	1,496 236
8	$10^{8/40}$	1,584 893
9	$10^{9/40}$	1,678 804
10	$10^{10/40}$	1,778 279
11	$10^{11/40}$	1,883 649
12	$10^{12/40}$	1,995 262
13	$10^{13/40}$	2,113 489
14	$10^{14/40}$	2,238 721
15	$10^{15/40}$	2,371 374
16	$10^{16/40}$	2,511 886
17	$10^{17/40}$	2,660 725
18	$10^{18/40}$	2,818 383
19	$10^{19/40}$	2,985 383
20	$10^{20/40}$	3,162 278
21	$10^{21/40}$	3,349 654
22	$10^{22/40}$	3,548 134
23	$10^{23/40}$	3,758 374
24	$10^{24/40}$	3,981 072
25	$10^{25/40}$	4,216 965
26	$10^{26/40}$	4,466 836
27	$10^{27/40}$	4,731 513
28	$10^{28/40}$	5,011 872
29	$10^{29/40}$	5,308 844
30	$10^{30/40}$	5,623 413
31	$10^{31/80}$	5,956 621
32	$10^{32/40}$	6,309 573
33	$10^{33/40}$	6,683 439
34	$10^{34/40}$	7,079 458
35	$10^{35/40}$	7,498 942
36	$10^{36/40}$	7,943 282
37	$10^{37/40}$	8,413 951
38	$10^{38/40}$	8,912 509
39	$10^{39/40}$	9,440 609
40	$10^{40/40}$	10,000 000
NOTE Exact frequencies are calculated from Equation (H.1) to seven significant digits.		

Annex I (informative)

Example calculations of expanded uncertainty of measurement

This annex gives simplified examples of uncertainty budgets and calculations of expanded uncertainty of measurement for laboratories performing measurements according to Annex E of this International Standard, to measure corrections for use with comparison couplers to determine equivalent free-field frequency response of a sound level meter, at all frequencies of interest. This annex is not intended to be a definitive guide, and certain simplifying assumptions were made, for example, it was assumed that none of the input quantities are correlated to any significant extent, and some contributions considered to be negligible are excluded from the calculations e.g. due to some environmental conditions. Further information on uncertainties of measurement, a description of probability distributions and divisors, and the detailed method of calculation can be found in ISO/IEC Guide 98-3.

The three tables included here provide:

- an example giving the likely contributions to be considered for inclusion in the uncertainty budget in general terms (Table I.1)
- two specific examples for measurements made at 1 kHz and 8 kHz including numerical values. Also included for guidance is a general description of the basis for the estimates of the values included. These tables (Table I.2 and Table I.3) highlight that contributions from the same source of uncertainty may vary considerably with frequency.

In addition, the calculation of the expanded uncertainty of measurement is included.

These uncertainty budgets should not be considered as definitive and are provided for guidance only. Each laboratory performing measurements according to Annex E (or according to other annexes within this International Standard) will need to consider separately each uncertainty component and any additional contributions which may be required, depending on the instruments, methodology, and facilities used.

NOTE Where there is an uncertainty contribution for reading the indication from a digital display device that indicates signal levels with a resolution of, for example, 0,1 dB, the uncertainty component should be taken as a rectangular distribution with semi-range of 0,05 dB.

Due to the small magnitude of some of the components of uncertainty, several decimal places are required in the calculations to ensure appropriate rounding of the final results.

Effective degrees of freedom of the combined standard uncertainty are calculated using the Welch-Satterthwaite equation (see ISO/IEC Guide 98-3) thereby enabling the coverage factor k to be selected to provide a level of confidence of 95 %.

Table I.1 – Description of likely uncertainty components

Symbol / name	Descriptor	Description and source of uncertainty component	Probability distribution (determines divisor)
L_{ind1}	a_1	Level measurement - sound level meter in free-field	Rectangular
L_{ind2}	a_2	Level measurement – reference microphone in free-field	Rectangular
L_{ind3a}	a_3	Level measurement – reference microphone in comparison coupler	Rectangular
L_{ind3b}	a_4	Level measurement – sound level meter in comparison coupler	Rectangular
$L_{p,F1} - L_{p,F2}$	a_5	(Uncorrected) drift in level of SPL in free-field between measurements with sound level meter and reference microphone	Rectangular
$L_{p,P1} - L_{p,P2}$	a_6	Difference in sound pressure level at sound level meter and reference microphone in comparison coupler	Rectangular
$C_{\text{FF,RM}}$	a_7	Free-field correction of reference microphone from IEC/TS 61094-7	Normal ($k = 2$, value obtained from an expanded uncertainty)
Gain of SLM	a_8	Maximum drift in gain of sound level meter during measurements	Rectangular
Gain of RM channel	a_9	Maximum drift in gain of reference microphone channel during measurements	Rectangular
Source to microphone distance	a_{10}	Resetting distance from sound source to reference microphone or sound level meter	Rectangular
Free-progressive sound wave	a_{11}	Due to reflections and non-uniform wave front	Rectangular
SLM and RM mountings	a_{12}	Due to reflection from mountings	Rectangular
Microphone diameters	a_{13}	Ratio of reference microphone and sound level meter microphone diameters	Rectangular
Rounding	a_{14}	Rounding of final result	Rectangular
Repeatability	a_{15}	Repeat measurements with combinations stated	Normal ($k = 1$, value obtained from statistical evaluation)

Table I.2 – Uncertainty example for a frequency of 1 kHz

Symbol / name	Descriptor	Value \pm dB and derivation	Divisor	$u_i (C_{FF,SLM}) \pm$ dB	Degrees of freedom
L_{Ind1}	a_1	0,005 – derived from output voltage measured to 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{Ind2}	a_2	0,005 – derived from output voltage measured to 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{Ind3a}	a_3	0,005 – derived from output voltage measured to 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{Ind3b}	a_4	0,005 – derived from output voltage measured to 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
$L_{p,F1} - L_{p,F2}$	a_5	0,05 – derived from estimated maximum difference	$\sqrt{3}$	0,028 9	∞
$L_{p,P1} - L_{p,P2}$	a_6	0 – assumed equal	$\sqrt{3}$	0	∞
$C_{FF,RM}$	a_7	0,06 – from IEC/TS 61094-7	2	0,03	∞
Gain of SLM	a_8	0,025 – derived from estimated maximum drift	$\sqrt{3}$	0,014 4	∞
Gain of RM channel	a_9	0,025 – derived from estimated maximum drift	$\sqrt{3}$	0,014 4	∞
Source to microphone distance	a_{10}	0,029 – derived from resetting distance deviation and uncertainty in acoustic centres (4 mm in 1 200 mm)	$\sqrt{3}$	0,016 7	∞
Free-progressive sound wave	a_{11}	0,013 – estimate from free-field room performance tests	$\sqrt{3}$	0,007 5	∞
SLM and RM mountings	a_{12}	0,013 – estimate of effect derived from measurement	$\sqrt{3}$	0,007 5	∞
Microphone diameters	a_{13}	0 – assumed equal	$\sqrt{3}$	0	∞
Rounding	a_{14}	0,005 – final correction quoted to 2 decimal places	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
Repeatability	a_{15}	0,03 – derived from repeat measurements	1	0,03	2
Combined standard uncertainty $u(C_{FF,SLM})$ dB				0,059 0	
Expanded uncertainty of $C_{FF,SLM}$ (normal) $k = 2,11$				0,12 ₍₄₎	Effective degree of freedom = 29,98

Table I.3 – Uncertainty example for a frequency of 8 kHz

Symbol / name	Descriptor	Value \pm dB and derivation	Divisor	u_i ($C_{FF,SLM}$) \pm dB	Degrees of freedom
L_{ind1}	a_1	0,005 – derived from output voltage measured to 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{ind2}	a_2	0,005 – derived from output voltage measured to 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{ind3a}	a_3	0,005 – derived from output voltage measured to 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{ind3b}	a_4	0,005 – derived from output voltage measured to 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
$L_{p,F1} - L_{p,F2}$	a_5	0,05 – derived from estimated maximum difference	$\sqrt{3}$	0,028 9	∞
$L_{p,P1} - L_{p,P2}$	a_6	0 – assumed equal	$\sqrt{3}$	0	∞
$C_{FF,RM}$	a_7	0,17 – from IEC/TS 61094-7	2	0,085	∞
Gain of SLM	a_8	0,025 – derived from estimated maximum drift	$\sqrt{3}$	0,014 4	∞
Gain of RM channel	a_9	0,025 – derived from estimated maximum drift	$\sqrt{3}$	0,014 4	∞
Source to microphone distance	a_{10}	0,029 – derived from resetting distance deviation and uncertainty in acoustic centres (4 mm in 1200 mm)	$\sqrt{3}$	0,016 7	∞
Free-progressive sound wave	a_{11}	0,104 – estimate from free-field room performance tests	$\sqrt{3}$	0,060 0	∞
SLM and RM mountings	a_{12}	0,104 – estimate of effect derived from measurement	$\sqrt{3}$	0,060 0	∞
Microphone diameters	a_{13}	0 – assumed equal	$\sqrt{3}$	0	∞
Rounding	a_{14}	0,005 – final correction quoted to 2 decimal places	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
Repeatability	a_{15}	0,06 – derived from repeat measurements	1	0,06	2
Combined standard uncertainty $u(C_{FF,SLM})$ dB				0,140	Effective degrees of freedom >30
Expanded uncertainty of $C_{FF,SLM}$: (normal) $k = 2$				0,28	

Bibliography

- [1] ZAVERI, K., *Influence of tripods and microphone clips on the frequency response of microphones*, Brüel & Kjær Technical Review No. 4, 1985, 32 – 40
 - [2] GUGLIELMONE, C., *Inter-laboratory comparison on measurement of free-field response of a sound level meter, Final report of Euramet project 1056*, INRiM 2010
 - [3] IEC 61094-8: —4, *Measurement microphones – Part 8: Methods for free-field calibration of working standard microphones by comparison*
 - [4] IEC 61260, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters*
 - [5] IEC 61094-2, *Electroacoustics – Measurement microphones – Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*
 - [6] IEC 61094-3, *Measurement microphones – Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*
-

⁴ To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	44
INTRODUCTION.....	46
1 Domaine d'application	47
2 Références normatives.....	48
3 Termes et définitions	49
4 Conditions ambiantes de référence.....	49
5 Incertitudes de mesure	50
6 Exigences générales pour la mesure de la valeur de réglage et pour les corrections	50
7 Présentation et inspection	52
8 Détermination de la valeur de réglage à la fréquence de vérification d'étalonnage.....	53
9 Détermination des corrections pour les effets typiques des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction acoustique autour du microphone.....	53
10 Détermination des corrections de l'écart de réponse en fréquence en fréquence en champ libre du microphone par rapport à une réponse en fréquence en fréquence uniforme	54
11 Détermination des corrections en cas d'utilisation d'écrans anti-vent et d'accessoires similaires.....	55
12 Détermination des corrections sur une plage de fréquences lorsque l'utilisation d'un calibre acoustique est recommandée par le fabricant du sonomètre.....	55
13 Détermination des corrections sur une plage de fréquences lorsque l'utilisation d'un coupleur par comparaison est recommandée par le fabricant du sonomètre.....	56
14 Détermination des corrections sur une plage de fréquences lorsque l'utilisation d'une grille d'entraînement électrostatique est recommandée par le fabricant du sonomètre	57
15 Documentation	57
Annexe A (normative) Fréquence de vérification d'étalonnage – Détermination de la valeur de réglage.....	59
Annexe B (normative) Détermination des effets des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction du son autour du microphone	61
Annexe C (normative) Détermination des effets de l'utilisation d'écrans anti-vent et d'accessoires similaires	62
Annexe D (informative) Détermination des corrections pour l'utilisation avec des calibreurs acoustiques pour déterminer la réponse en champ libre équivalent à toutes les fréquence pertinentes.....	63
Annexe E (informative) Détermination des corrections à utiliser avec les coupleurs par comparaison pour déterminer la réponse en fréquence équivalente en champ libre à toutes les fréquence pertinentes	66
Annexe F (informative) Détermination des corrections à utiliser avec des grilles d'entraînement électrostatiques pour déterminer la réponse en fréquence équivalente en champ libre à toutes les fréquence pertinentes	69
Annexe G (informative) Techniques de comparaison.....	72
Annexe H (informative) Fréquences exactes d'un douzième d'octave.....	75
Annexe I (informative) Exemples de calculs d'incertitude de mesure élargie	77
Bibliographie.....	81

Figure 1 – Méthodes de montage du sonomètre.....	52
Figure A.1 – Représentation schématique des facteurs à prendre en considération pour l'optimisation de la valeur de réglage à la fréquence de vérification d'étalonnage	60
Figure D.1 – Étapes de mesure utilisant un calibre acoustique	63
Figure E.1 – Étapes de mesures utilisant un coupleur par comparaison	66
Figure F.1 – Étapes de mesures utilisant une grille d'entraînement électrostatique	69
Tableau H.1 – Fréquences exactes pour des échelons d'un douzième d'octave sur une décade.....	76
Tableau I.1 – Description des composantes d'incertitude probables	78
Tableau I.2 – Exemple d'incertitude pour une fréquence de 1 kHz	79
Tableau I.3 – Exemple d'incertitude pour une fréquence de 8 kHz	80

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLECTROACOUSTIQUE – MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE CORRECTIONS POUR OBTENIR LA RÉPONSE EN CHAMP LIBRE D'UN SONOMÈTRE

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62585 a été établie par le comité d'études 29 de la CEI: Électroacoustique.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
29/770/FDIS	29/782/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 internationale.

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

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

INTRODUCTION

La Norme internationale de spécifications de performance pour les sonomètres, CEI 61672-1, exige qu'au moins un modèle de calibre acoustique, conforme aux exigences de la CEI 60942, soit spécifié dans le manuel d'instructions pour contrôler et maintenir l'indication correcte sur l'affichage du sonomètre à la fréquence de vérification d'étalonnage. Le fabricant du sonomètre spécifie la valeur de réglage à appliquer pour obtenir l'indication exigée sur l'affichage en réponse au niveau de pression acoustique produit par le calibre acoustique, afin d'optimiser la performance sur toute la plage de fréquences.

De surcroît, diverses corrections doivent être disponibles sur une plage de fréquences pour effectuer un essai périodique sur un sonomètre conformément à la CEI 61672-3. Des corrections sont nécessaires par exemple pour tous les effets du boîtier du sonomètre ou des accessoires tels que les écrans anti-vent sur le niveau de champ libre équivalent du sonomètre. Des informations concernant ces corrections sont également régulièrement exigées par les utilisateurs de sonomètres et de calibre acoustiques.

D'autre part, un fabricant produisant un sonomètre selon les spécifications de la CEI 61672-1 peut conseiller dans le manuel d'instructions l'utilisation d'un calibre acoustique, d'un coupleur par comparaison ou d'une grille d'entraînement électrostatique pour déterminer la réponse acoustique d'un sonomètre à diverses fréquences. Dans ce cas, le fabricant est tenu de fournir des corrections pour obtenir des niveaux acoustiques équivalents affichés dans des conditions ambiantes de référence en réponse à des ondes sinusoïdales progressives planes incidentes depuis la direction de référence à chaque fréquence utilisée pour l'essai périodique. Ces corrections seront fournies dans le manuel d'instructions ou le manuel d'instructions indiquera où l'on peut les trouver.

ÉLECTROACOUSTIQUE – MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE CORRECTIONS POUR OBTENIR LA RÉPONSE EN CHAMP LIBRE D'UN SONOMÈTRE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne des informations relatives aux corrections exigées sur une plage de fréquences pour effectuer un essai périodique d'un sonomètre conformément à la CEI 61672-3. Ces corrections comportent:

- des corrections pour les effets typiques des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction du son autour du microphone;
- des corrections pour l'écart de la réponse en fréquence type du microphone par rapport à une réponse en fréquence uniforme, lorsque la réponse du microphone réel ne peut pas être mesurée;
- des corrections pour l'influence sur la réponse en fréquence d'un microphone type d'un écran anti-vent spécifié ou de tout autre accessoire intégré dans la configuration pour usage normal du sonomètre spécifique soumis aux essais.

La présente Norme internationale comporte une discussion relative aux incertitudes de mesure des corrections exigées. Dans certains cas, une incertitude élargie maximale admissible pour le fabricant ou le laboratoire d'essais est fournie. Cette incertitude élargie maximale admissible exclut toute composante due à la variabilité de différents échantillons d'artefact (par exemple, microphone ou écran anti-vent). Il convient de noter que si des incertitudes de mesures importantes sont mentionnées pour chacune des corrections individuelles, lorsqu'elles sont combinées pour tenir compte de la configuration du sonomètre à l'essai, les incertitudes individuelles importantes peuvent provoquer un défaut de conformité aux incertitudes de mesures élargies maximales admissibles données dans le Tableau A.1 de la CEI 61672-1:—¹ et ainsi, un défaut de conformité du sonomètre à la CEI 61672-1.

De plus, la présente Norme internationale décrit des méthodes de détermination de ces corrections, sur la plage de fréquences pertinentes, et explique la valeur de réglage à la fréquence de vérification d'étalonnage qui doit être mentionnée par le fabricant du sonomètre (également exigée par la CEI 61672-3).

Lorsque le fabricant du sonomètre recommande l'utilisation d'un calibre acoustique, d'un coupleur par comparaison ou d'une grille d'entraînement électrostatique pour l'essai périodique de la réponse acoustique d'un sonomètre à diverses fréquences, la présente Norme internationale décrit des méthodes de mesure des corrections exigées pour régler l'indication du sonomètre à un niveau de champ libre équivalent, sur la plage de fréquences pertinentes. Ces corrections concernent un modèle spécifique de calibre acoustique, de coupleur par comparaison ou de grille d'entraînement électrostatique, de microphone et de sonomètre (également exigé par la CEI 61672-3).

L'objectif de la présente Norme internationale est de garantir que la valeur de réglage à la fréquence de vérification d'étalonnage ainsi que toutes les corrections, sont déterminées en utilisant des méthodes cohérentes et appropriées.

La présente Norme internationale est destinée à être utilisée par les fabricants pour déterminer les valeurs de réglage et les corrections, par les laboratoires effectuant des essais d'évaluation de modèle selon la CEI 61672-2 et par les laboratoires effectuant des essais périodiques conformément à la CEI 61672-3. Les laboratoires effectuant des essais périodiques selon la CEI 61672-3 auront également besoin de consulter la présente Norme

¹ Deuxième édition à publier. (Une révision de CEI 61672-1:2002)

internationale pour garantir que les incertitudes de mesure élargies pour les corrections indiquées par le fabricant ne dépassent pas les valeurs maximales admises.

Les corrections obtenues en utilisant les méthodes indiquées dans la présente Norme internationale sont les résultats de mesures effectuées en utilisant des échantillons des dispositifs. Il est possible que ces corrections ne soient pas parfaitement représentatives de tous les lots produits ou dans le temps. La répétition des mesures à intervalles réguliers est recommandée pour garantir qu'aucune modification des corrections indiquées dans le manuel d'instructions n'est exigée.

La présente Norme internationale ne couvre pas spécifiquement le cas où le sonomètre est équipé d'un microphone destiné à être utilisé dans des champs sonores à incidence aléatoire, étant donné que des informations sont fournies dans la CEI 61183.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60942, *Électroacoustique – Calibreurs acoustiques*

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

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

CEI 61094-6, *Microphones de mesure – Partie 6: Grilles d'entraînement pour la détermination de la réponse en fréquence*

CEI/TS 61094-7, *Microphones de mesure – Partie 7: Valeurs des différences entre les niveaux d'efficacité en champ libre et en pression des microphones étalons de laboratoire*

CEI 61183, *Électroacoustique - Étalonnage des sonomètres sous incidence aléatoire et en champ diffus*

CEI 61672-1:—², *Électroacoustique – Sonomètres – Partie 1: Spécifications*

CEI 61672-2, *Électroacoustique – Sonomètres – Partie 2: Essais d'évaluation d'un modèle*

CEI 61672-3, *Électroacoustique – Sonomètres – Partie 3: Essais périodiques*

Guide ISO/CEI 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

Guide ISO/CEI 99, *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

² Deuxième édition à publier. (Une révision de CEI 61672-1:2002)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions du Guide ISO/CEI 99, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

valeur de réglage à la fréquence de vérification d'étalonnage

valeur, à la fréquence de vérification d'étalonnage, pour régler la sensibilité du sonomètre, telle que spécifiée par le fabricant pour être ajoutée à la valeur affichée du sonomètre pour obtenir le niveau de pression acoustique indiqué par le calibre, lorsque le sonomètre est exposé à la pression acoustique dans le calibre, afin d'optimiser la performance du sonomètre sur toute la plage de fréquences

Note 1 à l'article: La valeur de réglage est exprimée en décibels (dB).

3.2

microphone

cartouche de microphone

transducteur électroacoustique au moyen duquel des signaux électriques sont obtenus à partir d'oscillations acoustiques

3.3

point de référence du microphone

point spécifié sur le microphone ou à proximité de celui-ci pour décrire la position du microphone

Note 1 à l'article: Le point de référence du microphone se trouve habituellement au centre du diaphragme du microphone.

3.4

correction en champ libre pour le sonomètre

valeur, à une fréquence particulière qui, pendant l'étalonnage ou la vérification, est ajoutée au niveau affiché par le sonomètre pour obtenir sa réponse à une onde sonore progressive dans le champ libre de niveau de pression acoustique égal à celui qui est produit ou simulé par la source sonore, en fonction des modèles et des configurations spécifiques du sonomètre et de la source sonore

Note 1 à l'article: La série CEI 61672 autorise l'usage d'un calibre acoustique, d'un coupleur par comparaison ou d'une grille d'entraînement électrostatique en tant que source sonore. Les valeurs des corrections pour ces sources sonores ne sont pas nécessairement égales.

Note 2 à l'article: La valeur de cette correction dépend de la direction d'incidence de l'onde sonore progressive.

Note 3 à l'article: Lorsque la correction en champ libre est indiquée, la direction de référence est supposée, sauf si une autre direction est fournie.

Note 4 à l'article: Une mesure réalisée avec une grille d'entraînement électrostatique n'est pas une mesure absolue, mais est relative à la sensibilité à une fréquence particulière, par exemple la fréquence de vérification d'étalonnage.

Note 5 à l'article: Les corrections sont exprimées en décibels (dB).

4 Conditions ambiantes de référence

Les conditions ambiantes de référence pour spécifier la valeur de réglage et les corrections sont:

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

5 Incertitudes de mesure

Les laboratoires effectuant des mesures de corrections doivent calculer les incertitudes associées à toutes les mesures conformément aux directives données dans le Guide ISO/CEI 98-3. Les valeurs réelles des incertitudes élargies doivent être calculées pour un niveau de confiance de 95 %, en utilisant le facteur d'élargissement pertinent, et qui doit être indiqué.

NOTE 1 Généralement, un facteur d'élargissement de 2 correspond approximativement à un niveau de confiance de 95 %, excepté si les contributions sont telles qu'il soit nécessaire d'utiliser un facteur d'élargissement différent pour obtenir un niveau de confiance de 95 %.

Les incertitudes de mesure élargies maximales admissibles sont indiquées séparément dans les articles suivants pour les corrections appropriées. Si l'incertitude de mesure élargie réelle dépasse l'une quelconque des valeurs maximales admissibles, la mesure ne doit pas être utilisée pour évaluer les corrections indiquées dans le manuel d'instructions pour le sonomètre.

NOTE 2 Il n'est pas possible de déduire des corrections dans le but de démontrer la conformité du sonomètre avec les exigences de la CEI 61672-1 si l'incertitude réelle de mesure élargie dépasse l'une des valeurs maximales autorisées.

Il convient, pour le calcul de l'incertitude élargie de mesure pour une mesure particulière, de considérer toutes les composantes appropriées. Un exemple de calcul est donné à l'Annexe I.

6 Exigences générales pour la mesure de la valeur de réglage et pour les corrections

Pour toutes les mesures, le laboratoire doit utiliser des instruments étalonnés pour les grandeurs appropriées avec des intervalles convenables. Selon les exigences, les étalonnages doivent être traçables aux étalons nationaux.

Les mesures doivent être effectuées dans les plages suivantes de conditions ambiantes: pression d'air statique comprise entre 80 kPa et 105 kPa, température de l'air comprise entre 20 °C et 26 °C et taux d'humidité relative compris entre 25 % et 70 %. Si les mesures sont réalisées sous une pression statique inférieure à 97 kPa, une composante d'incertitude supplémentaire doit être intégrée dans le calcul de l'incertitude des corrections mesurées afin de tenir compte des écarts par rapport aux valeurs définies dans les conditions de référence. En l'absence de données spécifiques, cette composante d'incertitude supplémentaire doit être une incertitude élargie ($k=2$) de 0,15 dB aux fréquences inférieures ou égales à 3 kHz et de 0,25 dB pour les fréquences supérieures à 3 kHz.

La pression d'air statique, la température de l'air et l'humidité relative au moment d'une mesure doivent être enregistrées. Un temps suffisant doit être laissé aux composants pour se stabiliser avant d'effectuer de quelques mesures. L'écart de température de l'air pendant les essais ne doit pas dépasser 1 °C.

Pour les calibreurs acoustiques utilisés dans la détermination de la valeur de réglage à la fréquence de vérification d'étalonnage, une preuve doit être disponible pour démontrer que les spécimens utilisés de sonomètre sont conformes aux exigences d'essai périodique de la CEI 60942 pour la classe de performance appropriée. De plus, lorsqu'on utilise un calibreur acoustique pour déterminer les corrections à diverses fréquences, une preuve doit être disponible pour démontrer que les spécimens utilisés de calibreur acoustique utilisées sont conformes aux exigences d'essai périodique de la CEI 60942 pour un calibreur acoustique de classe 1.

Lorsque le fabricant du sonomètre recommande l'utilisation d'un coupleur par comparaison pour l'essai périodique de la réponse acoustique du sonomètre à diverses fréquences d'essai,

il convient que le coupleur par comparaison utilisé soit de préférence conçu conformément aux exemples donnés dans la CEI 61094-5.

Lorsque le fabricant du sonomètre recommande l'utilisation d'une grille d'entraînement électrostatique pour l'essai périodique de la réponse acoustique du sonomètre à diverses fréquences d'essai, la grille d'entraînement utilisée doit être conforme aux exigences de la CEI 61094-6.

Lorsqu'on utilise un calibre acoustique, on doit tenir compte des effets des conditions ambiantes existantes pendant les mesures sur le niveau de pression acoustique produit dans le coupleur du calibre acoustique, par rapport au niveau de pression acoustique produit dans les conditions ambiantes de référence, en accord avec la procédure indiquée dans le manuel d'instructions du calibre acoustique et avec les données de l'étalonnage le plus récent du calibre acoustique.

Pour toutes les mesures effectuées en champ libre faisant partie de la détermination de la valeur de réglage ou des corrections, pour éviter l'introduction d'effets indésirables, tous les microphones et les combinaisons microphone/préamplificateur, incluant des microphones de référence, doivent être montés sur une tige dont le diamètre est nominale le même que le diamètre du microphone. De plus, la distance de la source au microphone doit être supérieure à 1 m, la distance minimale par rapport à la source étant au moins égale à six fois la plus grande dimension du sonomètre. Le son doit être incident dans la direction de référence.

Il convient que la longueur de la tige de montage entre le microphone et tout point de montage de la tige soit supérieure ou égale à 1 m.

Le sonomètre doit être suspendu en champ libre en utilisant une tige non verticale à l'arrière et un positionnement précis doit être obtenu en utilisant, par exemple, un alignement au laser. Deux méthodes de montage appropriées, 1 et 2, sont indiquées à la Figure 1. Pour la méthode de montage 2, l'angle θ doit être inférieur à 60°. La méthode de montage 3 ne convient pas et elle ne doit pas être utilisée – voir [1]³.

Afin d'obtenir des résultats fiables, particulièrement pour la méthode de montage 1, il convient de prendre soin de réduire le volume de la structure de montage et d'éviter tout angle saillant.

³ Les chiffres entre crochets font référence à la Bibliographie.

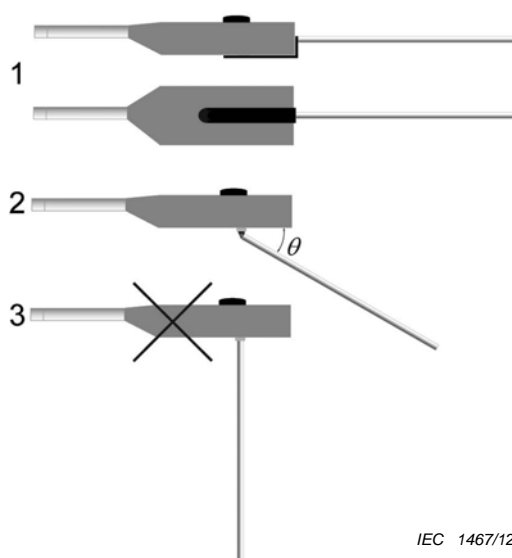


Figure 1 – Méthodes de montage du sonomètre

Lorsque la réponse en fréquence acoustique du sonomètre est exigée, la réponse mesurée doit être comparée à la réponse d'un microphone de référence connu pour lequel l'étalonnage est traçable aux étalons nationaux. Un microphone de référence étalonné est également exigé si des mesures absolues dans un calibrateur acoustique ou un coupleur par comparaison sont exigées.

Lorsqu'on utilise une sortie en alternatif ou équivalent du sonomètre, le laboratoire d'essais doit vérifier que des variations de niveau des signaux appliqués produisent des variations de niveau des signaux indiquées sur le dispositif d'affichage du sonomètre et à la sortie, conformément à la CEI 61672-1.

Lorsque des corrections sont appliquées par logiciel, il est nécessaire de ne pas modifier ces corrections (par exemple par une mise sous tension ou hors tension) pendant les mesures décrites dans la présente Norme internationale.

Les Articles 9 à 14 donnent d'autres informations concernant la détermination de diverses corrections pouvant être exigées pour effectuer un essai périodique d'un sonomètre conformément à la CEI 61672-3, ou pendant l'essai de la CEI 61672-2 pour vérifier les données fournies dans le manuel d'instructions ou par un fabricant pendant le processus de conception. Les données concernant ces corrections doivent si possible être fournies séparément.

NOTE Si la configuration du sonomètre comporte l'utilisation de câbles prolongateurs, ceci peut produire une valeur de correction différente de celle qui est obtenue lorsque le microphone est directement monté sur le boîtier du sonomètre.

Il convient de prendre soin de s'assurer que le bruit ambiant n'a pas d'influence sur les résultats de mesure et il convient d'en tenir compte dans l'évaluation des composantes d'incertitude.

7 Présentation et inspection

En général, pour toutes les méthodes d'essais décrites, au moins trois calibrateurs acoustiques du même modèle, une grille d'entraînement électrostatique, un coupleur par comparaison, selon le cas, trois microphones du même modèle et un sonomètre doivent être présentés, ce qui permet d'essayer diverses combinaisons. Si l'on doit mesurer la réponse en fréquence typique, cinq microphones au moins doivent être présentés. Des manuels d'instructions

appropriés applicables au modèle et à la version du sonomètre, du calibreur acoustique, du coupleur par comparaison et de la grille d'entraînement électrostatique, doivent être fournis.

Au moins trois échantillons de tous les accessoires nécessaires, tels que des adaptateurs pour le calibreur acoustique et au moins cinq échantillons d'écrans anti-vent selon le cas, doivent également être fournis.

Si possible, il convient que les cinq échantillons d'écrans anti-vent proviennent de lots de fabrication différents.

Avant toute mesure, on doit inspecter visuellement le sonomètre, les calibreurs acoustiques, les coupleurs par comparaison et les grilles d'entraînement électrostatiques, selon le cas, afin d'y déceler de quelconques dommages, et toutes les commandes appropriées doivent être actionnées pour vérifier qu'elles sont en ordre de marche. On doit également s'assurer que toutes les alimentations fonctionnent dans les limites d'exploitation spécifiées.

8 Détermination de la valeur de réglage à la fréquence de vérification d'étalonnage

Selon la CEI 61672-1, au moins un modèle de calibreur acoustique, conforme aux exigences de la CEI 60942, doit être spécifié dans le manuel d'instructions du sonomètre pour contrôler et maintenir l'indication exigée sur l'affichage du sonomètre à la fréquence de vérification d'étalonnage. L'Annexe A de la présente Norme internationale indique la méthode permettant d'obtenir une valeur de réglage appropriée à la fréquence de vérification d'étalonnage lors du réglage de la sensibilité du sonomètre en appliquant le calibreur acoustique recommandé.

La CEI 61672-1 exige que le fabricant spécifie la valeur de réglage à appliquer aux conditions de référence pour obtenir l'indication exigée sur l'affichage en réponse au niveau de pression acoustique produit par le calibreur acoustique, pour optimiser la performance sur toute la plage de fréquences. Le niveau de réglage doit tenir compte du modèle de microphone, des réflexions par le boîtier du sonomètre et de tous les effets de diffraction, et il peut dépendre de la configuration dans laquelle le sonomètre doit être utilisé, par exemple, avec ou sans câble prolongateur. Tout adaptateur utilisé avec le calibreur acoustique doit être clairement identifié et il doit y être fait référence dans la valeur de réglage. La CEI 61672-3 exige qu'un adaptateur du même modèle doive alors être utilisé pour tout essai périodique du sonomètre.

NOTE 1 Puisque le fabricant effectue une optimisation sur toute la plage de fréquences, il est possible que la valeur de réglage ne fournisse pas une indication à la fréquence de vérification d'étalonnage équivalente au niveau de pression acoustique qui serait indiqué en réponse à des ondes sonores progressives planes incidentes dans la direction de référence. Il peut se produire un petit décalage pour optimiser la performance du sonomètre sur toute la plage de fréquences.

NOTE 2 Une valeur de réglage incorrecte pourrait provoquer une non-conformité du sonomètre avec les spécifications correspondantes de la CEI 61672-1.

La valeur de réglage ne comporte aucune incertitude de mesure associée.

9 Détermination des corrections pour les effets typiques des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction acoustique autour du microphone

La CEI 61672-3 exige l'utilisation de corrections pour les effets typiques des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction acoustique autour du microphone du sonomètre.

L'Annexe B donne des recommandations concernant les méthodes de détermination des corrections pour les effets typiques des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction du son autour du microphone, et des méthodes de mesures possibles sont données à l'Annexe G.

L'incertitude de mesure élargie pour les corrections des effets typiques des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction du son autour du microphone ne doit pas dépasser 0,25 dB jusqu'à 4 kHz inclus et 0,35 dB à toutes les fréquences supérieures à 4 kHz. Le fabricant ou le laboratoire d'essais doit indiquer dans la documentation fournie l'incertitude élargie réelle des mesures effectuées, ainsi que le facteur d'élargissement associé.

10 Détermination des corrections de l'écart de réponse en fréquence en champ libre du microphone par rapport à une réponse en fréquence uniforme

La CEI 61672-3 exige l'utilisation de corrections pour l'écart de la réponse en champ libre d'un microphone type par rapport à une réponse en fréquence uniforme. Ceci doit être interprété comme l'écart de la réponse réelle d'un microphone par rapport à une réponse en fréquence uniforme, sauf s'il n'est pas possible de la mesurer, auquel cas l'écart de la réponse du microphone type doit être utilisé.

Des méthodes de mesure de la réponse en fréquence sont données dans la CEI 61094 (toutes les parties), Microphones de mesure.

Lorsqu'un calibre acoustique, un coupleur par comparaison ou une grille d'entraînement électrostatique est utilisé pour mesurer la réponse du microphone réel, des corrections doivent être disponibles pour obtenir la réponse en champ libre du microphone sur la gamme de fréquences exigée.

Les mesures doivent être effectuées par intervalles d'une octave sur la plage de fréquences de 63 Hz à 16 kHz pour les microphones utilisés sur des sonomètres de classe 1 et de 63 Hz à 8 kHz pour les microphones utilisés sur des sonomètres de classe 2. Les fréquences exactes doivent être utilisées pour les mesures et dans le rapport d'essai des résultats.

NOTE 1 Les fréquences exactes sont spécifiées dans l'Annexe H.

Pour les microphones dont la direction de référence n'est pas l'axe principal, par exemple certains microphones utilisés à l'extérieur, la direction de référence définit une gamme de directions. Dans ce cas, au moins quatre mesures à intervalles de rotation également espacés doivent être effectuées et la valeur moyenne, ainsi que l'écart maximal par rapport à la valeur moyenne, doivent être calculés et consignés pour chaque microphone mesuré. Si la variation au niveau des résultats obtenus est supérieure à la limite de tolérance applicable, la correction ne doit pas être utilisée pour démontrer la conformité du sonomètre avec la CEI 61672-1.

NOTE 2 Cette méthode continuera d'être utilisée jusqu'à l'acquisition d'une expérience concernant les microphones pour lesquels la direction de référence n'est pas l'axe principal.

Lorsqu'une réponse en champ libre typique est définie par le fabricant comme devant être intégrée au manuel d'instructions, les mesures doivent être effectuées au moins sur cinq échantillons du modèle de microphone. La valeur moyenne doit être calculée à chaque fréquence et on considère celle-ci comme la réponse type. L'écart maximal par rapport à la moyenne doit également être spécifié.

Les corrections de l'écart par rapport à une réponse en fréquence uniforme doivent être calculées, soit pour la réponse du microphone réel, soit pour la réponse du microphone type, selon le cas.

L'incertitude de mesure élargie pour le fabricant ou le laboratoire d'essais déterminant les corrections de l'écart de la réponse du microphone par rapport à une réponse en fréquence uniforme ne doit pas dépasser 0,25 dB de 63 Hz à 4 kHz inclus, 0,35 dB à toutes les fréquences supérieures à 4 kHz jusqu'à 8 kHz inclus, et 0,45 dB à toutes les fréquences supérieures à 8 kHz, lorsque la composante de reproductibilité due à la variabilité des différents échantillons du microphone en essai est exclue. Le fabricant ou le laboratoire

d'essais doit indiquer dans la documentation fournie l'incertitude élargie des mesures réelles effectuées, ainsi que le facteur d'élargissement associé.

11 Détermination des corrections en cas d'utilisation d'écrans anti-vent et d'accessoires similaires

La CEI 61672-3 exige l'utilisation de corrections pour l'influence sur la réponse en fréquence d'un microphone type, d'un écran anti-vent spécifié et de tout autre accessoire appartenant à la configuration pour usage normal du sonomètre particulier soumis aux essais.

Un écran anti-vent est considéré comme un objet poreux de diverses formes pouvant être placé au-dessus d'un microphone. Un accessoire similaire est un élément pouvant être monté sur un microphone sans modifier la position du microphone et maintenant la même direction de référence.

Lorsqu'un accessoire fait partie intégrante du sonomètre, pour que celui-ci soit conforme aux exigences de la CEI 61672-1, le sonomètre complet avec l'accessoire monté doit être soumis à essais. Des exemples possibles sont des coffrets de microphone extérieur, des systèmes d'étalonnage automatique, etc.

D'autres détails concernant la mesure de ces corrections sont donnés à l'Annexe C et des méthodes de mesures possibles sont données à l'Annexe G.

Pour les microphones dont la direction de référence n'est pas l'axe principal, par exemple certains microphones utilisés à l'extérieur, au moins quatre mesures à intervalles de rotation également espacés doivent être effectuées et la valeur moyenne doit être calculée pour chaque microphone mesuré.

NOTE Dans certains cas, on peut fournir des chiffres combinés couvrant les corrections décrites aux Articles 10 et 11.

L'incertitude de mesure élargie pour le fabricant ou le laboratoire d'essais déterminant les corrections pour l'utilisation d'accessoires, incluant des écrans anti-vent, ne doit pas dépasser 0,20 dB pour toutes les fréquences inférieures ou égales à 4 kHz et 0,30 dB pour toutes les fréquences supérieures à 4 kHz, lorsque la composante de reproductibilité due à la variabilité de différents échantillons de l'accessoire en essai est exclue. Le fabricant ou le laboratoire d'essais doit indiquer dans la documentation fournie l'incertitude élargie des mesures réelles effectuées, ainsi que le facteur d'élargissement associé.

12 Détermination des corrections sur une plage de fréquences lorsque l'utilisation d'un calibre acoustique est recommandée par le fabricant du sonomètre

Lorsque le fabricant du sonomètre recommande l'utilisation d'un calibre acoustique multifréquences pour l'essai périodique de la réponse acoustique du sonomètre à diverses fréquences d'essais, la CEI 61672-3 exige l'utilisation de corrections pour régler l'indication du sonomètre à un niveau de champ libre équivalent.

Le niveau de pression acoustique dans le coupleur du calibre acoustique doit être situé dans la plage allant de 70 dB à 125 dB, pour chaque fréquence d'essai et de préférence, le niveau de pression acoustique de référence doit être à 1 kHz.

Dans certains cas, selon la construction du calibre multifréquences et le modèle particulier de microphone sur le sonomètre, il sera nécessaire de remplacer la grille de protection du microphone par une bague d'adaptation pour éviter des résonances aux fréquences supérieures. Le modèle de bague d'adaptation doit être spécifié par le fabricant du sonomètre et celle-ci doit être disponible dans le commerce. Tout adaptateur utilisé avec le calibre

acoustique doit être clairement identifié et il doit y être fait référence dans les corrections. La CEI 61672-3 exige que des adaptateurs et des bagues d'adaptation du même modèle soient utilisés pour l'essai périodique du sonomètre. A chaque fréquence de mesure, si la plage de valeurs de correction mesurée en utilisant un échantillon de trois microphones dépasse l'incertitude de mesure élargie admissible, le microphone doit être considéré comme impropre à l'essai avec un calibre multifréquences sauf si un essai complémentaire comportant un plus grand nombre d'échantillons peut démontrer le contraire.

Les méthodes recommandées concernant la mesure de ces corrections, pour régler l'indication du sonomètre à un niveau de champ libre équivalent sur la plage de fréquences pertinentes, sont données à l'Annexe D et à l'Annexe G. Ces corrections sont applicables à un modèle spécifique de calibre acoustique, de microphone et de sonomètre et elles dépendent de la configuration dans laquelle est utilisé le sonomètre, par exemple avec ou sans câble prolongateur.

L'incertitude de mesure élargie des corrections exigées pour régler l'indication du sonomètre à un niveau en champ libre équivalent ne doit pas dépasser 0,25 dB pour toutes les fréquences inférieures ou égales à 4 kHz, 0,35 dB pour toutes les fréquences comprises entre 4 kHz et 10 kHz et 0,50 dB à 10 kHz et au-dessus. Ces incertitudes de mesure s'appliquent à la fois au microphone seul et à la combinaison du microphone monté sur le boîtier du sonomètre. Le fabricant ou le laboratoire d'essais doit indiquer dans la documentation fournie l'incertitude élargie des mesures réelles effectuées, ainsi que le facteur d'élargissement associé.

13 Détermination des corrections sur une plage de fréquences lorsque l'utilisation d'un coupleur par comparaison est recommandée par le fabricant du sonomètre

Lorsque le fabricant du sonomètre recommande l'utilisation d'un coupleur par comparaison pour l'essai périodique de la réponse acoustique du sonomètre à diverses fréquences d'essais, l'utilisation de corrections pour régler l'indication du sonomètre à un niveau de champ libre équivalent est exigée par la CEI 61672-1.

Lorsqu'un modèle de microphone comporte un événement d'égalisation arrière, il convient de prendre soin de s'assurer qu'il est approprié pour l'utilisation d'un coupleur fermé. La réponse en fréquence aux fréquences basses n'est pas égale à la somme des réponses en champ libre de la cartouche et du préamplificateur.

A chaque fréquence d'essai, le niveau de pression acoustique dans le coupleur par comparaison doit être situé dans la gamme allant de 70 dB à 125 dB, et de préférence, le niveau de pression acoustique de référence doit être à 1 kHz.

Dans certains cas, un adaptateur pour ajuster le microphone du sonomètre au coupleur par comparaison est nécessaire, soit parce que le diamètre d'ouverture du coupleur est plus grand que le diamètre du microphone, soit parce que la grille du microphone occasionne une répétabilité médiocre aux fréquences élevées et doit être remplacée par une bague d'adaptation. Le modèle d'adaptateur ou de bague d'adaptation doit être spécifié par le fabricant du sonomètre et celui-ci doit être disponible dans le commerce. La CEI 61672-3 exige que des adaptateurs du même modèle soient utilisés pour l'essai périodique du sonomètre.

Si la plage de valeurs de correction à chaque fréquence mesurée en utilisant un échantillon de trois microphones dépasse l'incertitude de mesure élargie admissible, le microphone doit être considéré comme impropre à l'essai avec un coupleur par comparaison sauf si un essai complémentaire portant sur un plus grand nombre d'échantillons peut démontrer le contraire.

Les méthodes recommandées concernant la mesure de ces corrections, exigées pour régler l'indication du sonomètre à un niveau de champ libre équivalent sur la plage de fréquences

pertinentes, sont données à l'Annexe E et à l'Annexe G. Ces corrections sont applicables à un modèle spécifique de coupleur par comparaison, de microphone et de sonomètre et elles dépendent de la configuration dans laquelle est utilisé le sonomètre, par exemple avec ou sans câble prolongateur.

L'incertitude de mesure élargie des corrections exigées pour régler l'indication du sonomètre à un niveau en champ libre équivalent ne doit pas dépasser 0,25 dB pour toutes les fréquences inférieures ou égales à 4 kHz, 0,35 dB pour toutes les fréquences comprises entre 4 kHz et 10 kHz et 0,50 dB à 10 kHz et au-dessus. Le fabricant ou le laboratoire d'essais doit indiquer dans la documentation fournie l'incertitude élargie des mesures réelles effectuées, ainsi que le facteur d'élargissement associé.

14 Détermination des corrections sur une plage de fréquences lorsque l'utilisation d'une grille d'entraînement électrostatique est recommandée par le fabricant du sonomètre

Lorsque le fabricant du sonomètre recommande l'utilisation d'une grille d'entraînement électrostatique pour l'essai périodique de la réponse acoustique du sonomètre à diverses fréquences d'essais, la CEI 61672-3 exige l'utilisation de corrections pour régler l'indication du sonomètre à un niveau de champ libre équivalent.

À 1 kHz, le niveau de signal affiché doit se situer dans la plage allant de 80 dB à 105 dB.

Si la plage de valeurs de correction à chaque fréquence mesurée en utilisant un échantillon de trois microphones dépasse l'incertitude de mesure élargie admissible, le microphone doit être considéré comme impropre à l'essai avec une grille d'entraînement électrostatique, sauf si un essai complémentaire portant sur plus grand nombre d'échantillons peut démontrer le contraire.

Les méthodes recommandées pour la mesure de ces corrections, qui sont normalisées à la fréquence de vérification d'étalonnage, exigée pour régler l'indication du sonomètre à un niveau de champ libre équivalent sur la plage de fréquences pertinentes, sont données à l'Annexe F et à l'Annexe G. Ces corrections sont applicables à un modèle spécifique de grille d'entraînement électrostatique, de microphone et de sonomètre et elles dépendent de la configuration dans laquelle est utilisé le sonomètre, par exemple avec ou sans câble prolongateur.

L'incertitude de mesure élargie des corrections exigées pour régler l'indication du sonomètre à un niveau en champ libre équivalent ne doit pas dépasser 0,25 dB pour toutes les fréquences inférieures ou égales à 4 kHz, 0,35 dB pour toutes les fréquences comprises entre 4 kHz et 10 kHz et 0,50 dB à 10 kHz et au-dessus. Le fabricant ou le laboratoire d'essais doit indiquer dans la documentation fournie l'incertitude élargie des mesures réelles effectuées, ainsi que le facteur d'élargissement associé.

15 Documentation

Après la fin des essais, le laboratoire doit délivrer un document contenant au minimum selon le cas, les informations suivantes:

- a) la ou les dates auxquelles les mesures ont été effectuées;
- b) le nom et l'adresse du laboratoire où les mesures ont été effectuées;
- c) le nom du fabricant du sonomètre ou de son fournisseur, la désignation du modèle, le numéro de série du sonomètre et, s'il y a lieu, la version du logiciel de programmation interne chargé dans le sonomètre;
- d) le nom du fabricant ou du fournisseur, la désignation du modèle et le numéro de série des microphones;

- e) le nom du fabricant ou du fournisseur, la désignation du modèle et toute identification unique des préamplificateurs, s'ils sont disponibles séparément;
- f) des détails du manuel d'instructions qui ont été fournis pour le sonomètre incluant, s'il y a lieu, la date de publication et le numéro de version;
- g) le nom du fabricant ou du fournisseur, la désignation du modèle et les numéros de série des calibreurs acoustiques avec les détails de tous les adaptateurs utilisés;
- h) le nom du fabricant ou du fournisseur, la désignation du modèle et les numéros de série (s'il y a lieu) du coupleur par comparaison avec les détails de tous les adaptateurs utilisés;
- i) le nom du fabricant ou du fournisseur, la désignation du modèle et les numéros de série (s'il y a lieu) de la grille d'entraînement électrostatique avec les détails de tous les adaptateurs utilisés;
- j) des informations concernant l'étalonnage du calibreur acoustique aux fréquences exigées et la preuve de la conformité à la classe appropriée de la CEI 60942;
- k) une description de la configuration du sonomètre pendant les mesures, comprenant tous les câbles de connexion qui étaient fournis pour faire fonctionner le sonomètre et lorsque des corrections sont appliquées par logiciel, une description du paramétrage utilisé pendant les mesures;
- l) une description de tous les accessoires utilisés pendant les mesures;
- m) une mention détaillant les méthodes utilisées d'après la CEI 62585:2012 pour effectuer les mesures;
- n) les corrections obtenues à l'issue des essais, ainsi que les incertitudes de mesure élargies réelles associées et le facteur d'élargissement;
- o) une mention indiquant si les incertitudes de mesure élargies mesurées sont comprises dans les limites de valeurs maximales admissibles indiquées dans la présente Norme internationale;
- p) une mention indiquant si les corrections fournies sont conformes aux exigences de la CEI 61672-1 en termes d'écarts par rapport aux valeurs mesurées à partir des corrections fournies et ainsi, si les corrections et les incertitudes fournies peuvent être utilisées pendant un essai périodique d'un sonomètre selon la CEI 61672-3;
- q) les plages de pression d'air statique, de température et d'humidité relative au moment où les essais ont été effectués.

Il convient que le laboratoire d'essais conserve les données mesurées et une copie de la documentation pour toute référence ultérieure.

Annexe A (normative)

Fréquence de vérification d'étalonnage – Détermination de la valeur de réglage

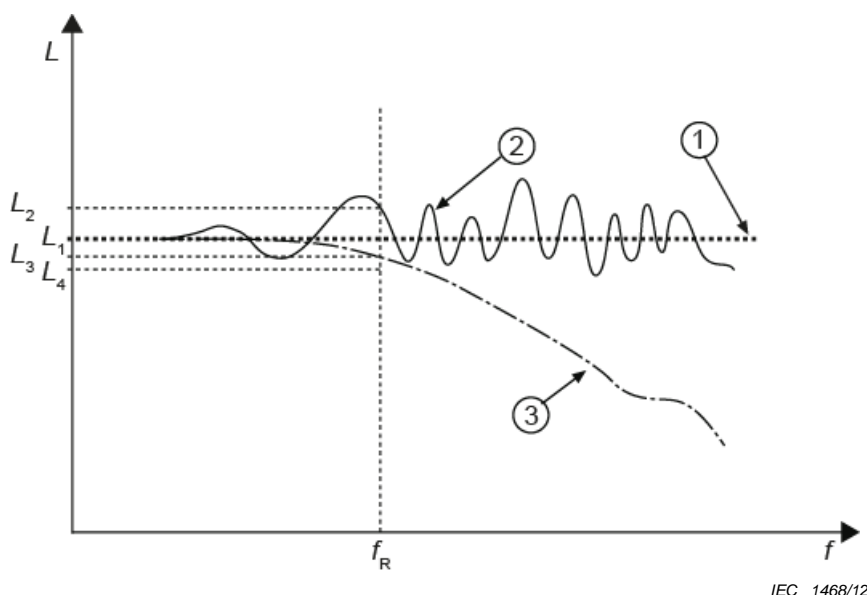
Le fabricant du sonomètre doit spécifier la valeur de réglage, valide aux conditions de référence, à appliquer pour obtenir l'indication exigée sur l'affichage du sonomètre en réponse au niveau de pression acoustique généré par le modèle recommandé de calibrateur acoustique. La valeur doit être choisie par le fabricant de manière à optimiser la performance sur toute la plage de fréquences (voir Article 8) et peut produire un décalage volontaire par rapport à la valeur exacte à la fréquence de vérification d'étalonnage.

Ce niveau de réglage doit tenir compte du modèle de microphone, des réflexions par le boîtier du sonomètre et de tous les effets de diffraction, et il peut dépendre de la configuration dans laquelle est utilisé le sonomètre, par exemple, avec ou sans câble prolongateur.

La Figure A.1 illustre les considérations qui doivent être effectuées par le fabricant du sonomètre pour optimiser la valeur de réglage sur toute la plage de fréquences, en termes de réponse en champ libre, de réponse en pression et de réponse du calibrateur acoustique.

La réponse du sonomètre, lorsqu'il est placé dans un champ acoustique d'ondes progressives approximativement planes (champ libre) avec, si possible, un niveau mesuré égal au niveau indiqué pour le calibrateur acoustique recommandé, doit être mesurée pour la plage de fréquences appropriée à la classe du sonomètre. Le niveau mentionné pour le calibrateur acoustique est indiqué par niveau L_1 à la Figure A.1. Lorsqu'il n'est pas possible de générer un niveau en champ libre mesuré égal à celui généré par le calibrateur acoustique, la différence entre le niveau en champ libre réalisable et le niveau généré par le calibrateur acoustique doit être déterminée et cette différence doit être prise en compte dans les calculs ultérieurs. La sensibilité du sonomètre doit être réglée de façon à minimiser l'écart moyen du niveau indiqué par rapport au niveau de pression acoustique de l'onde progressive incidente dans un champ sonore libre à différentes fréquences. Les limites de tolérance, qui sont indiquées dans la CEI 61672-1, varient avec la fréquence et ces différences doivent être prises en compte par le fabricant lors de la détermination de la valeur de réglage pour optimiser la performance sur toute la plage de fréquences. Sur la Figure A.1, la réponse en champ libre pour le sonomètre est représentée par (2) et le niveau de pression acoustique de l'onde progressive incidente dans un champ libre acoustique par (1).

Après réglage de la sensibilité en utilisant la méthode ci-dessus, le microphone du sonomètre doit être exposé au son provenant du calibrateur acoustique. La valeur indiquée est représentée par le niveau L_4 à la Figure A.1.



IEC 1468/12

Légende

1 objectif pour la réponse en champ libre

2 réponse en champ libre

3 réponse en pression

L_1 niveau de pression acoustique de référence

L_2 niveau indiqué lorsque l'appareil est exposé à un son en champ libre au niveau de référence et à la fréquence de vérification d'étalonnage

L_3 niveau indiqué lorsque l'appareil est exposé à une pression acoustique au niveau de référence et à la fréquence de vérification d'étalonnage

L_4 niveau indiqué lorsque l'appareil est exposé à la pression acoustique provenant d'un calibre acoustique produisant le niveau de référence à la fréquence de vérification d'étalonnage

f_R fréquence de vérification d'étalonnage en hertz

NOTE La différence ($L_3 - L_4$) peut être positive ou négative, en raison de la charge constituée par le microphone du sonomètre pour le calibre acoustique.

Figure A.1 – Représentation schématique des facteurs à prendre en considération pour l'optimisation de la valeur de réglage à la fréquence de vérification d'étalonnage

La valeur de réglage à ajouter à l'indication du sonomètre lorsqu'il est exposé au son généré par le calibre acoustique est $\Delta L = L_1 - L_4$. Le manuel d'instructions du sonomètre doit indiquer cette valeur sous la forme d'un nombre fixe sans incertitude de mesure élargie associée.

Sur la Figure A.1, une réponse de champ de pression type pour un sonomètre, à différentes fréquences, lorsque le microphone est exposé à une pression acoustique d'un niveau égal au niveau indiqué pour le calibre acoustique recommandé, est représentée par (3). La différence entre le niveau en champ libre (1) et les niveaux indiqués lorsque le sonomètre est exposé au champ de pression (3) doit être la pression pour la correction en champ libre pour le sonomètre.

Annexe B (normative)

Détermination des effets des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction du son autour du microphone

B.1 Généralités

Des mesures destinées à déterminer les effets des réflexions par le boîtier du sonomètre et la diffraction du son autour du microphone doivent être effectuées en utilisant une technique de comparaison. Les directives relatives aux techniques de comparaison sont décrites dans l'Annexe G.

B.2 Mesures

L'une des méthodes indiquées à l'Annexe G doit être utilisée.

Pour les méthodes indiquées à l'Annexe G, les configurations doivent être les suivantes:

- le montage 1 correspond au microphone du sonomètre seul;
- le montage 2 correspond au sonomètre complet avec le microphone monté
 - ou avec le microphone muni d'un boîtier de sonomètre fictif;
 - ou avec le microphone relié au sonomètre par l'intermédiaire d'un câble prolongateur, applicable à la configuration en essai.

Pour certaines des méthodes indiquées à l'Annexe G, une sortie alternative est nécessaire.

Tout boîtier fictif doit être construit à partir d'un matériau similaire à celui qui est utilisé pour le boîtier du sonomètre réel.

Le point de référence du microphone du sonomètre du montage 2 doit occuper la même position que celle qui était précédemment occupée par le point de référence du microphone seul dans le montage 1.

Lorsqu'on n'utilise pas le même préamplificateur pour les deux mesures, des corrections doivent être appliquées pour tenir compte des différences de réponse en fréquence des deux préamplificateurs ou des différences de gain.

Pour la méthode indiquée en G.4, toutes les réflexions doivent parcourir au moins 1,5 m en avant du microphone par rapport au son direct, à l'exception des réflexions provenant de la tige de montage du sonomètre.

Pour les sonomètres de classe 1 et de classe 2, les intervalles de fréquence et les plages de fréquences sur lesquels les mesures doivent être réalisées sont indiqués dans la CEI 61672-1. Les résultats de ces mesures doivent être valides et consignés aux fréquences exactes (base 10), comme indiqué à l'Annexe H.

Annexe C (normative)

Détermination des effets de l'utilisation d'écrans anti-vent et d'accessoires similaires

C.1 Généralités

Les mesures destinées à déterminer les effets des accessoires, incluant les écrans anti-vent, doivent être réalisées en utilisant une technique de comparaison. Les directives concernant les techniques de comparaison sont décrites dans l'Annexe G.

C.2 Mesures

Pour les méthodes indiquées à l'Annexe G, les configurations doivent être les suivantes:

- le montage 1 correspond au microphone du sonomètre seul ou du sonomètre complet;
- le montage 2 correspond à l'accessoire monté sur le microphone ou l'accessoire monté sur le sonomètre complet, selon le cas.

Le fait de pouvoir utiliser un microphone plutôt que le sonomètre dépend de l'accessoire soumis à essai.

Pour chaque accessoire, incluant les enceintes extérieures, les mesures doivent être effectuées sur trois échantillons de l'accessoire, sauf si l'accessoire est un écran anti-vent, auquel cas cinq échantillons doivent être utilisés.

L'intervalle de fréquence pour la mesure des accessoires ne doit pas être supérieur à un tiers d'octave. La plage de fréquences à essayer pour le sonomètre de classe 1 et de classe 2 doit être celle indiquée dans la CEI 61672-1 pour l'accessoire approprié. Les résultats de ces mesures doivent être valides et consignés aux fréquences exactes (base 10), comme indiqué à l'Annexe H.

NOTE Différentes plages de fréquences peuvent s'appliquer à des accessoires différents, la CEI 61672-1 fournit une plage de fréquences plus limitée pour l'essai des écrans anti-vent.

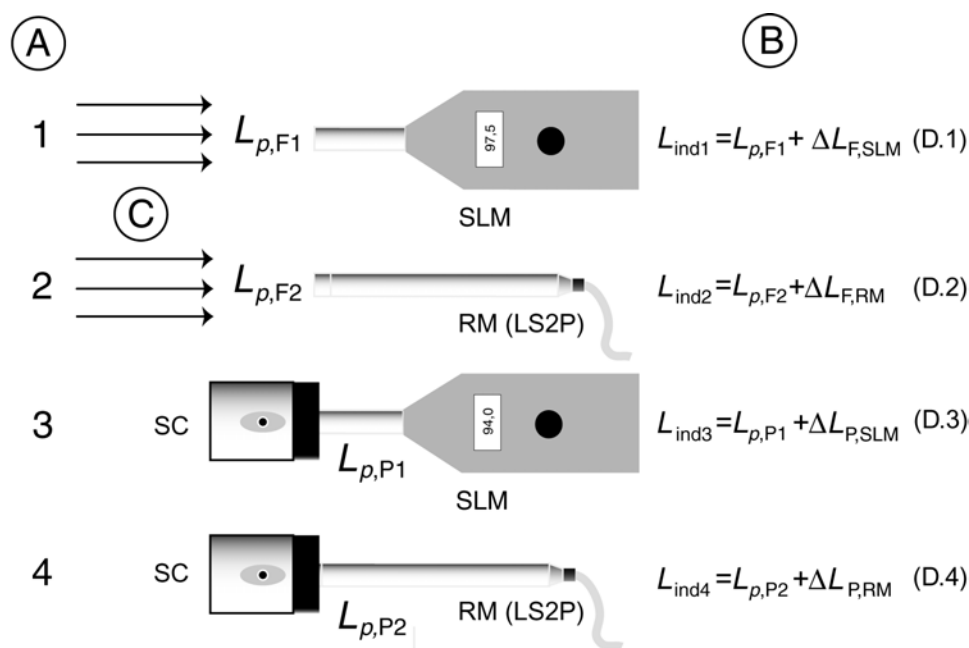
Annexe D (informative)

Détermination des corrections pour l'utilisation avec des calibreurs acoustiques pour déterminer la réponse en champ libre équivalent à toutes les fréquences pertinentes

D.1 Principe de la méthode de mesure

Les corrections de champ libre valides pour un modèle de sonomètre et un modèle de calibreur acoustique peuvent être déterminées par la méthode indiquée ci-dessous. La méthode exige un microphone étalon de laboratoire (CEI 61094-1, LS2P) pour lequel les corrections en champ libre sont connues, mais elle n'exige pas de mesure absolue ni sonomètre ni calibreur acoustique étalonnés de manière absolue. Quatre mesures doivent être effectuées comme représenté sur la Figure D.1. Les Équations (D.1), (D.2), (D.3) et (D.4) décrivent les niveaux indiqués par le sonomètre et le canal du microphone de référence et ce qu'ils représentent. Si l'on considère que les niveaux en champ libre et les niveaux de pression sont respectivement égaux, la correction résultante peut être calculée à partir des quatre niveaux indiqués et à partir de la correction en champ libre du microphone de référence (indiquée dans la CEI/TS 61094-7).

Il convient d'utiliser un microphone LS2P sans tenir compte de la taille du microphone monté sur le sonomètre.



IEC 1469/12

Légende

- A séquence de mesure
- B niveaux indiqués
- C champ libre acoustique progressif
- SLM sonomètre
- RM microphone de référence
- SC calibreur acoustique

Figure D.1 – Étapes de mesure utilisant un calibreur acoustique

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{P,SLM} = L_{ind1} - L_{ind2} - L_{ind3} + L_{ind4} - L_{p,F1} + L_{p,F2} + L_{p,P1} - L_{p,P2} + \Delta L_{F,RM} - \Delta L_{P,RM} \quad (D.5)$$

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{P,SLM} = (L_{ind1} - L_{ind3}) - (L_{ind2} - L_{ind4}) - (L_{p,F1} - L_{p,F2}) + (L_{p,P1} - L_{p,P2}) + \Delta L_{F,RM} - \Delta L_{P,RM} \quad (D.6)$$

$$C_{FF,SLM} = (L_{ind1} - L_{ind3}) - (L_{ind2} - L_{ind4}) - (L_{p,F1} - L_{p,F2}) + (L_{p,P1} - L_{p,P2}) + C_{FF,RM} \quad (D.7)$$

NOTE 1 Les Équations (D.5), (D.6) et (D.7) ont été écrites sous forme développée pour présenter complètement les composantes pour lesquelles des contributions sont exigées dans le calcul de l'incertitude de mesure. Bien que certaines composantes soient destinées à être égales, par exemple, $L_{p,F1}$ et $L_{p,F2}$, il est possible qu'existent certaines petites différences entre elles, qui doivent être incluses dans le calcul.

où

$L_{ind1}, L_{ind2},$ L_{ind3}, L_{ind4}	sont les niveaux indiqués respectivement pendant les mesures 1, 2, 3 et 4;
$L_{p,F1}, L_{p,F2}$	sont les niveaux de pression acoustique en champ libre respectivement pendant les mesures 1 et 2;
$L_{p,P1}, L_{p,P2}$	sont les niveaux de pression acoustique mesurés avec le calibre acoustique, appliqués respectivement pendant les mesures 3 et 4;
$\Delta L_{F,SLM}$	est l'écart entre le niveau en champ libre et le niveau indiqué par le sonomètre (mesure 1);
$\Delta L_{F,RM}$	est l'écart entre le niveau en champ libre et le niveau indiqué par le canal du microphone de référence (mesure 2);
$\Delta L_{P,SLM}$	est l'écart entre le niveau de pression du calibre acoustique et le niveau indiqué par le sonomètre (mesure 3);
$\Delta L_{P,RM}$	est l'écart entre le niveau de pression du calibre acoustique et le niveau indiqué par le canal du microphone de référence (mesure 4);
$C_{FF,SLM}$	est la correction en champ libre valide avec le sonomètre et le calibre acoustique appliqués;
$C_{FF,RM}$	est la correction en champ libre du microphone de référence (donnée dans la CEI /TS 61094-7).

NOTE 2 Les niveaux $L_{p,F1}$ et $L_{p,F2}$ peuvent soit être considérés comme égaux avec une source sonore stable, soit la différence peut être déterminée avec un microphone de surveillance placé devant et à proximité de la source sonore.

NOTE 3 Les niveaux $L_{p,P1}$ et $L_{p,P2}$ sont, avec un calibre acoustique stable, définis comme étant les mêmes.

NOTE 4 Les niveaux mesurés sont exprimés en décibels (dB).

D.2 Méthode de mesure

Étape 1 – Le sonomètre dans la configuration dans laquelle il doit être soumis à essai (par exemple, avec ou sans câble prolongateur), la grille étant placée sur le microphone, est disposé dans un champ acoustique progressif libre. La sortie du sonomètre est mesurée (en décibels), soit par l'intermédiaire de l'affichage du sonomètre, soit de préférence, en utilisant un dispositif approprié pour mesurer la sortie du sonomètre à chaque fréquence où des corrections sont indiquées dans le manuel d'instructions du sonomètre. Lorsqu'un champ acoustique progressif libre n'est pas disponible, on peut utiliser d'autres techniques telles que celles qui sont décrites à l'Annexe G.

Étape 2 - Sans modifier le niveau du champ acoustique progressif libre, le sonomètre est remplacé par un microphone étalon de laboratoire de référence (LS2P) (comme décrit dans la CEI 61094-1) pour lequel la correction de champ libre par rapport à la réponse en pression est connue à toutes les fréquences pertinentes (d'après la CEI/TS 61094-7). Il convient que le point de référence du microphone du sonomètre occupe la même position que celle qui était

précédemment occupée par le point de référence du microphone du sonomètre. Le niveau du champ acoustique (en décibels) est mesuré en utilisant le microphone de référence à toutes les fréquences exigées, en mesurant le niveau de la tension de sortie provenant du microphone.

Étape 3 – Le calibre acoustique, d'un modèle recommandé par le fabricant du sonomètre destiné à être utilisé pendant l'essai périodique, est appliqué au sonomètre et la sortie du sonomètre (en décibels) est notée à toutes les fréquences exigées en utilisant la même méthode et le même appareillage qu'à l'Étape 1. Le niveau de pression acoustique nominale du calibre acoustique est le niveau de pression acoustique de référence. Dans certains cas, selon la construction du calibre multifréquences et le modèle particulier de microphone sur le sonomètre, il sera nécessaire de remplacer la grille de protection du microphone par une bague d'adaptation, spécifiée par le fabricant du sonomètre, pour éviter des résonances aux fréquences supérieures. Il convient que tout adaptateur utilisé avec le calibre acoustique soit clairement identifié et qu'il y soit fait référence dans les corrections.

Étape 4 – Le même calibre acoustique est appliqué au microphone de référence et la sortie du microphone (en décibels) est notée en utilisant la même méthode et le même appareillage qu'à l'Étape 2.

Étape 5 – Pour chaque mesure, la correction à chaque fréquence est calculée conformément à l'Équation (D.7).

Étape 6 – Les étapes 1 à 5 sont répétées pour chaque autre combinaison de microphone et de calibre acoustique, exigée comme décrit à l'Article 7, pour donner un minimum de neuf mesures en utilisant une seule distance entre la source et le récepteur. La correction pour chaque combinaison de microphone et de calibre acoustique, à chaque fréquence exigée, est calculée comme la moyenne de ces mesures.

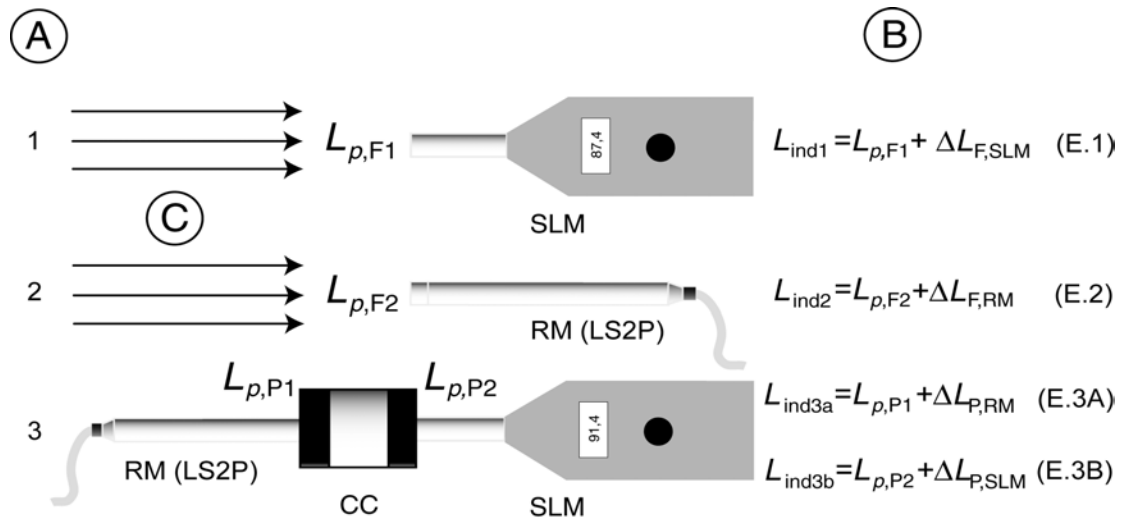
NOTE Pour des raisons pratiques, il peut être plus facile d'effectuer les mesures avec le premier microphone et les trois calibres décrits à l'Article 7, puis de passer au deuxième microphone, etc.

Annexe E (informative)

Détermination des corrections à utiliser avec les coupleurs par comparaison pour déterminer la réponse en fréquence équivalente en champ libre à toutes les fréquences pertinentes

E.1 Principe de la méthode de mesure

Les corrections de champ libre valides pour un modèle de sonomètre et un modèle de coupleur d'étalonnage par comparaison (CEI 61094-5) peuvent être déterminées par la méthode indiquée ci-dessous. Un coupleur par comparaison est une source sonore qui produit un champ acoustique de pression dans une cavité comportant deux ouvertures dans laquelle deux microphones peuvent être montés face à face. La méthode exige un microphone étalon de laboratoire (CEI 61094-1, LS2P) pour lequel les corrections en champ libre sont connues, mais elle n'exige pas de mesure absolue ni de sonomètre étalonné de manière absolue ni de microphone LS2P de référence. Quatre mesures doivent être effectuées comme représenté sur la Figure E.1. Les Équations (E.1), (E.2), (E.3A) et (E.3B) décrivent les niveaux indiqués par le sonomètre et le canal du microphone de référence et ce qu'ils représentent. Si l'on considère que les niveaux en champ libre sont égaux, la correction résultante peut être calculée à partir des quatre niveaux indiqués et à partir de la correction en champ libre du microphone de référence (indiquée dans la CEI/TS 61094-7).



IEC 1470/12

Légende

- A séquence de mesure
- B niveaux indiqués
- C champ libre acoustique progressif
- SLM sonomètre
- RM microphone de référence
- CC coupleur par comparaison

Figure E.1 – Étapes de mesures utilisant un coupleur par comparaison

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{P,SLM} = L_{ind1} - L_{ind2} - L_{ind3a} + L_{ind3b} - L_{p,F1} + L_{p,F2} + L_{p,P1} - L_{p,P2} + \Delta L_{F,RM} - \Delta L_{P,RM} \quad (E.4)$$

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{P,SLM} = (L_{ind1} - L_{ind3a}) - (L_{ind2} - L_{ind3b}) - (L_{p,F1} - L_{p,F2}) + (L_{p,P1} - L_{p,P2}) + \Delta L_{F,RM} - \Delta L_{P,RM} \quad (E.5)$$

$$C_{FF,SLM} = (L_{ind1} - L_{ind3a}) - (L_{ind2} - L_{ind3b}) - (L_{p,F1} - L_{p,F2}) + (L_{p,P1} - L_{p,P2}) + C_{FF,RM} \quad (E.6)$$

NOTE 1 Les Équations (E.4), (E.5) et (E.6) ont été écrites sous forme développée pour présenter complètement les composantes pour lesquelles des contributions sont exigées dans le calcul de l'incertitude de mesure. Bien que certaines composantes soient destinées à être égales, par exemple, L_{F1} et L_{F2} , il est possible qu'existent certaines petites différences entre elles, qui doivent être incluses dans le calcul.

où

$L_{ind1}, L_{ind2},$ L_{ind3a}, L_{ind3b}	sont les niveaux indiqués respectivement pendant les mesures 1, 2, et 3;
$L_{p,F1}, L_{p,F2}$	sont les niveaux de pression acoustique en champ libre respectivement pendant les mesures 1 et 2;
$L_{p,P1}$	est le niveau de pression acoustique au microphone de référence dans le coupleur par comparaison pendant les mesures 3;
$L_{p,P2}$	est le niveau de pression acoustique au sonomètre dans le coupleur par comparaison pendant les mesures 3;
$\Delta L_{F,SLM}$	est l'écart entre le niveau en champ libre et le niveau indiqué par le sonomètre (mesure 1);
$\Delta L_{F,RM}$	est l'écart entre le niveau en champ libre et le niveau indiqué par le canal du microphone de référence (mesure 2);
$\Delta L_{P,SLM}$	est l'écart entre le niveau du coupleur par comparaison et le niveau indiqué par le sonomètre (mesure 3);
$\Delta L_{P,RM}$	est l'écart entre le niveau du coupleur par comparaison et le niveau indiqué par le canal du microphone de référence (mesure 3);
$C_{FF,SLM}$	est la correction en champ libre valide avec le sonomètre et le coupleur par comparaison appliqués;
$C_{FF,RM}$	est la correction en champ libre du microphone de référence (CEI /TS 61094-7).

NOTE 2 Les niveaux $L_{p,F1}$ et $L_{p,F2}$ peuvent soit être considérés comme égaux avec une source sonore stable, soit la différence peut être déterminée avec un microphone de surveillance placé devant et à proximité de la source sonore.

NOTE 3 Les niveaux mesurés sont exprimés en décibels (dB).

E.2 Méthode de mesure

Étape 1 – Le sonomètre dans la configuration dans laquelle il doit être soumis à essai (par exemple, avec ou sans câble prolongateur), la grille étant placée sur le microphone, est disposé dans un champ acoustique progressif libre. La sortie du sonomètre est mesurée (en décibels), soit par l'intermédiaire de l'affichage du sonomètre, soit de préférence, en utilisant un dispositif approprié pour mesurer la sortie du sonomètre à chaque fréquence où des corrections sont indiquées dans le manuel d'instructions du sonomètre. Lorsqu'un champ acoustique progressif n'est pas disponible, on peut utiliser d'autres techniques telles que celles qui sont décrites à l'Annexe G.

Étape 2 - Sans modifier le niveau du champ acoustique progressif libre, le sonomètre est remplacé par un microphone étalon de laboratoire de référence (LS2P) (comme décrit dans la CEI 61094-1) pour lequel la correction de pression par rapport au champ libre est connue à toutes les fréquences pertinentes (d'après la CEI/TS 61094-7). Il convient que le point de

référence du microphone du sonomètre occupe la même position que celle qui était précédemment occupée par le point de référence du microphone du sonomètre. Le niveau du champ acoustique (en décibels) est mesuré en utilisant le microphone de référence à toutes les fréquences exigées, en mesurant le niveau de la tension de sortie provenant du microphone.

Étape 3 – Le sonomètre et le microphone de référence sont appliquées aux deux ouvertures du coupleur par comparaison. Le modèle de coupleur par comparaison est recommandé par le fabricant du sonomètre pour être utilisé pendant l'essai périodique et les corrections obtenues en utilisant la méthode indiquée à la présente annexe ne sont applicables qu'aux coupleurs par comparaison du même modèle. Dans certains cas, l'utilisation de l'adaptateur spécifié ou de la bague d'adaptation à la place de la grille du microphone pour adapter le microphone du sonomètre au coupleur par comparaison est nécessaire. Les niveaux (en décibels) proportionnels à la réponse en fréquence du sonomètre et du microphone de référence à toutes les fréquences exigées peuvent être mesurés simultanément ou en séquence. La CEI 61094-5 indique une procédure pour effectuer la mesure et un guide de calcul de l'incertitude de mesure.

Lorsqu'une bague d'adaptation est utilisée, il convient de déterminer l'incertitude concernant la variabilité de la bague d'adaptation en répétant la mesure sur le même sonomètre avec un nombre de bagues adéquat.

Étape 4 – La correction aux fréquences exigées est calculée selon l'Équation (E.6).

Étape 5 – les Étapes 1 à 4 sont répétées en utilisant au moins deux autres microphones du même modèle sur le sonomètre, exigés comme décrit à l'Article 7. La correction pour chaque combinaison de microphone et de coupleur par comparaison, à chaque fréquence exigée, est calculée comme la moyenne de ces mesures.

Il n'est pas nécessaire de déterminer l'influence du microphone de référence et du coupleur par comparaison, car les effets de leur variabilité sont estimés comme étant significativement inférieurs à ceux des combinaisons microphone/grille ou microphone/bague d'adaptation du sonomètre.

Annexe F (informative)

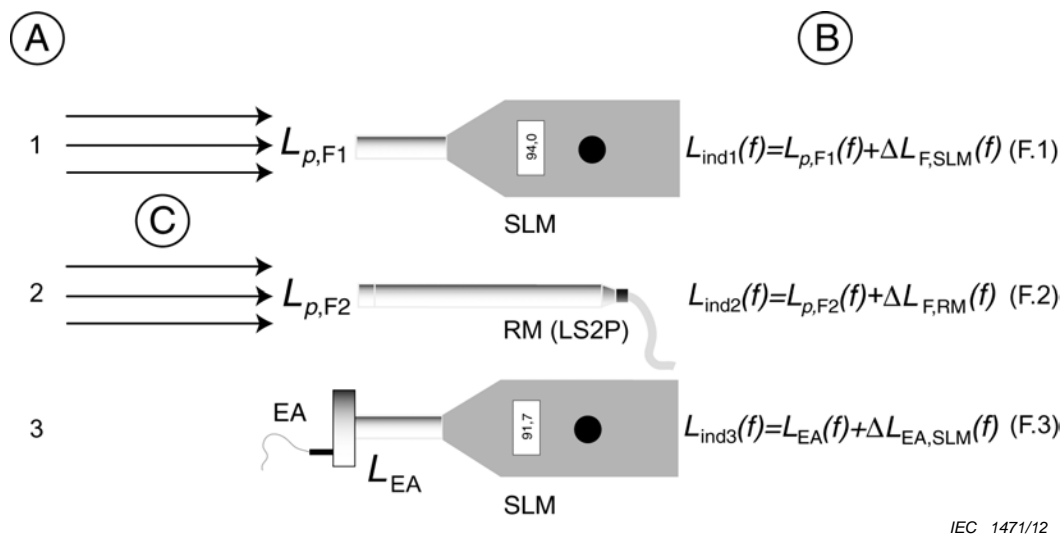
Détermination des corrections à utiliser avec des grilles d'entraînement électrostatiques pour déterminer la réponse en fréquence équivalente en champ libre à toutes les fréquences pertinentes

F.1 Principe de la méthode de mesure

La correction de champ libre, normalisée à la valeur à la fréquence de vérification d'étalonnage, valide pour un modèle de sonomètre et un modèle de grille d'entraînement électrostatique (CEI 61094-6) peut être déterminée par la méthode indiquée ci-dessous. La méthode exige une grille d'entraînement électrostatique et un microphone étalon de laboratoire (CEI 61094-1, LS2P) pour lequel la sensibilité en champ libre est connue à toutes les fréquences pertinentes, mais elle n'exige pas de sonomètre étalonné de manière absolue. La réponse en fréquence du canal du microphone de référence doit être connue, mais il n'est pas exigé que le canal soit étalonné de manière absolue. Trois mesures doivent être effectuées à la fréquence réelle et à la fréquence de vérification d'étalonnage (fréquence de normalisation) comme indiqué sur la Figure F.1. Les Équations (F.1), (F.2) et (F.3) décrivent les niveaux indiqués par le sonomètre et le canal du microphone de référence et ce qu'ils représentent. Si l'on considère que les niveaux en champ libre sont égaux, la correction résultante peut être calculée à partir des niveaux indiqués aux deux fréquences et à partir de l'efficacité en champ libre du microphone de référence.

NOTE 1 Des directives complémentaires concernant l'utilisation des grilles d'entraînement électrostatique peuvent se trouver dans la CEI 61094-6.

NOTE 2 Des trous ou des fissures dans la membrane du microphone sont susceptibles de produire des erreurs de mesure en particulier aux fréquences basses. Un examen visuel du microphone est donc recommandé avant d'effectuer toute mesure.



IEC 1471/12

Légende

- A séquence de mesure
- B niveaux indiqués
- C champ libre acoustique progressif
- SLM sonomètre
- RM microphone de référence
- EA grille d'entraînement électrostatique

Figure F.1 – Étapes de mesures utilisant une grille d'entraînement électrostatique

$$\Delta L_{F,SLM} - \Delta L_{EA,SLM} = L_{ind1} - L_{ind2} - L_{p,F1} + L_{p,F2} + S_{RM} + G_{RC} - L_{ind3} + L_{EA} \quad (F.4)$$

$$R_{N,ind1} = L_{ind1}(f) - L_{ind1}(f_0) \quad (F.5)$$

$$R_{N,ind2} = L_{ind2}(f) - L_{ind2}(f_0) \quad (F.6)$$

$$R_{N,ind3} = L_{ind3}(f) - L_{ind3}(f_0) \quad (F.7)$$

$$R_{N,p,F1} = L_{p,F1}(f) - L_{p,F1}(f_0) \quad (F.8)$$

$$R_{N,p,F2} = L_{p,F2}(f) - L_{p,F2}(f_0) \quad (F.9)$$

$$R_{N,EA} = L_{EA}(f) - L_{EA}(f_0) \quad (F.10)$$

$$S_{N,RM} = S_{RM}(f) - S_{RM}(f_0) \quad (F.11)$$

$$G_{N,RC} = G_{RC}(f) - G_{RC}(f_0) \quad (F.12)$$

$$C_{N,FF,SLM} = R_{N,ind1} - R_{N,ind2} - (R_{N,p,F1} - R_{N,p,F2}) + S_{N,RM} + G_{N,RC} - (R_{N,ind3} - R_{N,EA}) \quad (F.13)$$

où

$L_{ind1}, L_{ind2}, L_{ind3}$	sont les niveaux indiqués respectivement pendant les mesures 1, 2 et 3;
$L_{p,F1}, L_{p,F2}$	sont les niveaux de pression acoustique en champ libre respectivement pendant les mesures 1 et 2;
L_{EA}	est le niveau de pression acoustique simulée de la grille d'entraînement électrostatique pendant les mesures 3;
$\Delta L_{F,SLM}$	est l'écart entre le niveau en champ libre et le niveau indiqué par le sonomètre (mesure 1);
$\Delta L_{EA,SLM}$	est l'écart entre le niveau simulé par la grille d'entraînement électrostatique et le niveau indiqué par le sonomètre (mesure 3);
$R_{N,X}$	est la réponse du paramètre comme indiqué dans l'index, normalisée à la fréquence de vérification d'étalonnage;
$S_{RM}, S_{N,RM}$	est l'efficacité (en circuit ouvert) en champ libre du microphone de référence et efficacité en champ libre du microphone de référence normalisées à la fréquence de vérification d'étalonnage respectivement;
$G_{RC}, G_{N,RC}$	est le gain du canal de référence et le gain du canal de référence normalisé à la fréquence de vérification d'étalonnage respectivement;
f	est la fréquence;
f_0	est la fréquence de normalisation et de vérification d'étalonnage;
$C_{N,FF,SLM}$	est la correction en champ libre normalisée valide avec le sonomètre et la grille d'entraînement électrostatique appliqués.

NOTE 3 Les niveaux $L_{p,F1}$ et $L_{p,F2}$ peuvent soit être considérés comme égaux avec une source sonore stable, soit la différence peut être déterminée avec un microphone de surveillance placé devant et à proximité de la source sonore.

NOTE 4 Si la tension alternative sur la grille d'entraînement électrostatique est indépendante de la fréquence, le niveau de pression acoustique simulé peut être considéré comme étant le même à la fréquence d'essai et à la fréquence de vérification d'étalonnage (fréquence de normalisation).

NOTE 5 Les niveaux mesurés sont en décibels (dB).

NOTE 6 La réponse à une pression acoustique réelle et à une pression électrostatique produite par une grille d'entraînement différent, en particulier aux fréquences élevées, en raison de la charge différente appliquée à la membrane du microphone.

F.2 Méthode de mesure

Étape 1 – Le sonomètre dans la configuration dans laquelle il doit être soumis à essai (par exemple, avec ou sans câble prolongateur), est disposé dans un champ acoustique progressif libre. La sortie du sonomètre est mesurée (en décibels), soit par l'intermédiaire de l'affichage du sonomètre, soit de préférence, en utilisant un dispositif approprié pour mesurer la sortie du sonomètre à la fréquence de vérification d'étalonnage et à chaque fréquence où des corrections sont indiquées dans le manuel d'instructions du sonomètre. Lorsqu'un champ acoustique progressif n'est pas disponible, on peut utiliser d'autres techniques telles que celles qui sont décrites à l'Annexe G.

Étape 2 - Sans modifier le niveau du champ acoustique progressif libre, le sonomètre est remplacé par un microphone étalon de laboratoire de référence (LS2P) (comme décrit dans la CEI 61094-1) pour lequel la sensibilité en champ libre est connue à toutes les fréquences pertinentes. Il convient que le point de référence du microphone occupe la même position que celle qui était précédemment occupée par le point de référence du microphone du sonomètre. Le niveau du champ acoustique (en décibels) est mesuré en utilisant le microphone de référence à toutes les fréquences exigées, y compris à la fréquence de vérification d'étalonnage, en mesurant le niveau de la tension de sortie provenant du microphone.

Étape 3 – La grille d'entraînement électrostatique d'un modèle recommandé par le fabricant du sonomètre destiné à être utilisé pendant l'essai périodique, est appliqué au microphone du sonomètre en utilisant la méthode indiquée par le fabricant et la sortie du sonomètre (en décibels) est notée à toutes les fréquences exigées y compris la fréquence de vérification d'étalonnage, en utilisant la même méthode et le même appareillage qu'à l'Étape 1.

NOTE 1 Certains microphones comportent une grille d'entraînement électrostatique incorporée.

Étape 4 – La correction aux fréquences exigées, normalisées à la fréquence de vérification d'étalonnage, est calculée selon l'Équation (F.13).

Étape 5 – Les Étapes 1 à 4 sont répétées pour chaque autre combinaison de microphone et de grille d'entraînement électrostatique, exigée comme décrit à l'Article 7. La correction pour la combinaison de microphone et de grille d'entraînement électrostatique, à chaque fréquence exigée, normalisée à la fréquence de vérification d'étalonnage, est calculée comme la moyenne de ces mesures.

NOTE 2 Lorsqu'une grille d'entraînement électrostatique est utilisée, la réponse absolue est mesurée à la fréquence de vérification d'étalonnage en utilisant un calibre acoustique.

Annexe G (informative)

Techniques de comparaison

G.1 Généralités

La présente annexe donne des directives relatives à des techniques de comparaison pour déterminer les corrections afin d'obtenir la réponse en champ libre d'un sonomètre. Ces techniques ne traitent que la comparaison par substitution.

G.2 Comparaison par substitution

G.2.1 Généralités

La méthode de comparaison par substitution est basée sur deux mesures consécutives de deux configurations différentes. Le rapport entre les réponses des deux configurations est déterminé. La réponse de la première configuration est initialement mesurée. Cette configuration est ensuite remplacée par la deuxième et la réponse de la deuxième configuration est mesurée. Lorsque les réponses sont mesurées sous forme de niveaux, on trouve que le rapport entre les réponses est la différence des niveaux des réponses entre les deux configurations.

Etant donné que le résultat de cette comparaison est le rapport entre les quantités mesurées, aucun étalonnage absolu des instruments de mesure n'est exigé.

Lorsque seul le rapport mesuré est d'intérêt, par exemple lorsque l'influence d'un écran anti-vent est mesurée, il n'est pas nécessaire de connaître les valeurs absolues des réponses.

Lorsque l'une des configurations est une référence connue et l'autre configuration est un montage avec une réponse inconnue à mesurer, la réponse à mesurer est alors fournie en tant que réponse indiquée de la référence connue multipliée par le rapport mesuré.

Certaines des techniques décrites dans cette annexe ont été comparées dans la référence [2].

G.2.2 Méthode

La méthode suivante permet d'obtenir des différences de réponse aux fréquences pertinentes entre deux configurations différentes, appelées montage 1 et montage 2. La position du point de référence du microphone et l'orientation du microphone sont les mêmes dans le montage 1 et le montage 2. Le montage 2 n'est pas présent pendant la mesure du montage 1 et inversement.

Si le microphone n'est pas le même dans le montage 1 et le montage 2, il convient de placer les centres acoustiques des microphones dans la même position afin d'obtenir des résultats optimaux. Toutefois, si la position des centres acoustiques n'est pas connue, il convient d'utiliser les points de référence du microphone comme la meilleure approximation. Il convient de tenir compte de l'influence de la différence dans les calculs d'incertitude.

En utilisant comme exemple les mesures exigées par l'Article 9 et décrites à l'Annexe B pour déterminer les effets des réflexions par le boîtier du sonomètre et de la diffraction du son autour du microphone pour par exemple, un microphone couplé étroitement au corps du sonomètre, les configurations sont les suivantes:

- le montage 1 correspond au microphone du sonomètre monté seul sur une tige, comme à l'Article 6, et
- le montage 2 correspond au sonomètre complet avec le microphone monté comme spécifié dans le manuel d'instructions.

Le montage 1 est placé dans le champ acoustique sans la présence du montage 2. La réponse en fréquence du montage 1 (dans l'exemple ci-dessus, le microphone retiré du sonomètre et monté sur une tige) dans des conditions de champ libre est déterminée sur la plage de fréquences pertinentes en utilisant l'une des techniques de mesure décrites ci-dessous.

Le montage 1 est ensuite retiré et le montage 2 est placé dans le champ (dans l'exemple ci-dessus, le sonomètre complet avec le microphone monté). La réponse en fréquence du montage 2 est ensuite déterminée dans les mêmes conditions en champ libre sur la plage de fréquences pertinentes, en utilisant la même méthode.

NOTE 1 Un microphone de surveillance positionné près de la source sonore peut être utilisé pour garantir que le même champ acoustique est produit, ou en variante, une mesure répétée du montage 1 à la fin de la mesure peut être utilisée pour vérifier la stabilité de la source sonore.

La différence en décibels entre les réponses obtenues pour le montage 2 et pour le montage 1 fournit la correction à chaque fréquence.

NOTE 2 Bien qu'une seule mesure soit exigée pour chaque montage, il peut être nécessaire d'effectuer des mesures répétées pour améliorer le rapport signal sur bruit ou pour garantir que les contributions de répétabilité à l'incertitude élargie totale sont connues, ou les deux.

Les contributions de l'incertitude d'une importance particulière pour la comparaison par substitution avec l'une quelconque des techniques mentionnées dans le reste de cette annexe sont supposées inclure la stabilité du champ acoustique et la reproductibilité de la position et de l'orientation du microphone.

G.3 Techniques de sélection dans le temps

Les techniques de sélection dans le temps sont décrites en détail dans l'Annexe B de la CEI 61094-8 [3]. La CEI 61094-8 décrit l'utilisation de ces techniques avec des microphones, mais ces techniques sont également applicables pour la mesure des corrections décrites dans la présente Norme internationale pour un sonomètre.

Il convient de suivre les détails des méthodes de mesure de l'Annexe B de la CEI 61094-8 en remplaçant le terme 'microphone' mesuré par 'sonomètre' mesuré.

Pour pouvoir utiliser une technique de sélection dans le temps avec un sonomètre, il est nécessaire de disposer d'une sortie alternative sur le sonomètre.

L'utilisation de méthodes équivalentes, qui ne sont pas décrites dans la CEI 61094-8, n'est pas exclue dans le contexte de la présente Norme internationale.

G.4 Technique de réponse en régime établi

Cet article décrit la technique de mesure avec des signaux sinusoïdaux en régime établi ou à balayage lent. La technique de réponse en régime établi est la seule option pour les mesures de réponse si aucune sortie alternative n'est disponible.

Les mesures de réponse en régime établi sont effectuées en champ libre, c'est-à-dire dans une chambre anéchoïque ou dans des conditions anéchoïques, afin d'éviter des réflexions

ayant une influence sur le champ acoustique. Le réglage est tel que les réflexions dans la direction des éléments en essai sont minimisées.

Le signal d'excitation est sinusoïdal à des fréquences discrètes ou un signal sinusoïdal à balayage lent. Si l'on utilise un signal balayé, la vitesse de balayage doit être suffisamment lente pour garantir que le comportement transitoire de tout dispositif de détection ne contribue pas de manière significative à l'incertitude.

La tension de sortie du préamplificateur ou du sonomètre, si une sortie alternative est disponible, en réponse au champ acoustique, est mesurée à chaque fréquence pertinente. Si le sonomètre est utilisé et qu'aucune sortie alternative n'est disponible, le niveau affiché par le sonomètre est utilisé ou le montage 2 peut être réalisé avec le même microphone que le montage 1 doté d'un boîtier fictif de même forme et de matériau similaire au boîtier réel du sonomètre et la tension de sortie du préamplificateur est mesurée.

NOTE Il est nécessaire d'apporter beaucoup de soin si un boîtier fictif est utilisé, car il peut s'avérer difficile d'obtenir exactement les mêmes propriétés de réflexion à l'avant d'un boîtier fictif que celles qui seraient obtenues pour le sonomètre réel.

Il est recommandé que les mesures ci-dessus soient répétées au moins deux fois en fournissant un total d'au moins trois mesures. La moyenne arithmétique des réponses en décibels est calculée et elle est prise pour représenter la réponse type.

Un moyennage spatial, c'est-à-dire en répétant les mesures avec plusieurs montages avec des trajets de mesure différents, peut diminuer les effets des réflexions par la pièce et l'incertitude du résultat. Il convient également de faire varier la position de l'équipement support qui n'est pas considéré comme faisant partie de la configuration mesurée par rapport à l'objet de mesure. Dans la comparaison par substitution il est toutefois important que les mesures avec le montage 1 et le montage 2 soient effectuées avec les mêmes positions pour chaque variante de montage, comme décrit en G.2.2.

Les contributions à l'incertitude d'une importance particulière pour la technique de réponse en régime établi comprennent l'influence des réflexions, du bruit, du relevé de la tension ou des niveaux d'indication et la variation dans le temps à la fois de la configuration à l'essai et de la source sonore.

L'influence des réflexions constitue la source dominante d'incertitude dans la technique de réponse en régime établi, Référence [2] dans la Bibliographie. Si l'on utilise un moyennage spatial, la variation des réponses individuelles peut être utilisée dans l'estimation de l'incertitude due aux réflexions. Si l'on n'utilise pas de moyennage spatial, il est recommandé d'effectuer quelques mesures avec des trajets de mesures différents pour évaluer la contribution à l'incertitude due aux réflexions.

Annexe H (informative)

Fréquences exactes d'un douzième d'octave

H.1 Généralités

La présente annexe fournit une méthode de calcul et une liste de fréquences par intervalles d'un douzième d'octave.

H.2 Méthode de calcul

Toute fréquence exacte d'un douzième d'octave, f_x , peut être calculée d'après la formule suivante:

$$f_x = f_r \cdot 10^{3x/10b} \quad (\text{H.1})$$

où

x est un entier quelconque positif, négatif ou nul;

f_r est la fréquence de référence à 1000 Hz;

$b = 12$ est le désignateur bande.

Les fréquences exactes pour des échelons d'un douzième d'octave dans la décade allant de 1 kHz à 10 kHz sont indiquées dans le Tableau H.1. Le tableau peut être étendu à une quelconque décade et il ne diffère que dans l'emplacement du séparateur décimal.

NOTE Les fréquences exactes spécifiées dans cette annexe correspondent aux fréquences limite de bande pour les filtres d'un douzième d'octave conformément à [4], afin de garantir que la fréquence de 1 kHz est incluse ainsi que d'autres fréquences médiane de bande pour les filtres d'un tiers d'octave. La fréquence de 1 kHz est très couramment utilisée comme fréquence de vérification d'étalonnage pour les sonomètres (comme défini dans la CEI 61672-1).

**Tableau H.1 – Fréquences exactes pour des échelons
d'un douzième d'octave sur une décade**

Indice	f_x exacte kHz	f_x exacte calculée kHz
0	$10^{0/40}$	1,000 000
1	$10^{1/40}$	1,059 254
2	$10^{2/40}$	1,122 018
3	$10^{3/40}$	1,188 502
4	$10^{4/40}$	1,258 925
5	$10^{5/40}$	1,333 521
6	$10^{6/40}$	1,412 538
7	$10^{7/40}$	1,496 236
8	$10^{8/40}$	1,584 893
9	$10^{9/40}$	1,678 804
10	$10^{10/40}$	1,778 279
11	$10^{11/40}$	1,883 649
12	$10^{12/40}$	1,995 262
13	$10^{13/40}$	2,113 489
14	$10^{14/40}$	2,238 721
15	$10^{15/40}$	2,371 374
16	$10^{16/40}$	2,511 886
17	$10^{17/40}$	2,660 725
18	$10^{18/40}$	2,818 383
19	$10^{19/40}$	2,985 383
20	$10^{20/40}$	3,162 278
21	$10^{21/40}$	3,349 654
22	$10^{22/40}$	3,548 134
23	$10^{23/40}$	3,758 374
24	$10^{24/40}$	3,981 072
25	$10^{25/40}$	4,216 965
26	$10^{26/40}$	4,466 836
27	$10^{27/40}$	4,731 513
28	$10^{28/40}$	5,011 872
29	$10^{29/40}$	5,308 844
30	$10^{30/40}$	5,623 413
31	$10^{31/80}$	5,956 621
32	$10^{32/40}$	6,309 573
33	$10^{33/40}$	6,683 439
34	$10^{34/40}$	7,079 458
35	$10^{35/40}$	7,498 942
36	$10^{36/40}$	7,943 282
37	$10^{37/40}$	8,413 951
38	$10^{38/40}$	8,912 509
39	$10^{39/40}$	9,440 609
40	$10^{40/40}$	10,000 000
NOTE Les fréquences exactes sont calculées d'après l'Équation (H.1) avec sept chiffres significatifs.		

Annexe I (informative)

Exemples de calculs d'incertitude de mesure élargie

Cette annexe présente des exemples simplifiés de bilans d'incertitude et de calculs d'incertitude de mesure élargie pour le laboratoire effectuant des mesures selon l'Annexe E de la présente Norme internationale, pour mesurer les corrections destinées à être utilisées avec des coupleurs par comparaison afin de déterminer la réponse en fréquence en champ libre équivalent d'un sonomètre à toutes les fréquences pertinentes. Cette annexe n'est pas destinée à constituer un guide définitif et certaines hypothèses simplificatrices ont été effectuées, on a supposé par exemple que les grandeurs d'entrée ne sont pas corrélées de manière significative et que certaines contributions considérées comme négligeables sont exclues des calculs, par exemple celles dues à certaines conditions ambiantes. D'autres informations concernant les incertitudes de mesure, une description des distributions de probabilité et des diviseurs et la méthode de calcul détaillée, peuvent se trouver dans le Guide ISO/CEI 98-3.

Les trois tableaux ci-inclus fournissent:

- un exemple présentant les contributions probables dont on doit tenir compte pour inclusion dans le bilan d'incertitude en termes généraux (Tableau I.1),
- deux exemples spécifiques de mesures effectuées à 1 kHz et 8 kHz incluant des valeurs numériques. Est également incluse en tant que directive une description générale de la base des estimations des valeurs incluses. Ces tableaux (Tableau I.2 et Tableau I.3) mettent en évidence que des contributions de la même source d'incertitude peuvent varier considérablement avec la fréquence.

De plus, le calcul de l'incertitude de mesure élargie est inclus.

Il convient de ne pas considérer ces bilans d'incertitude comme définitifs et ils ne sont fournis que comme lignes directrices. Chaque laboratoire effectuant des mesures selon l'Annexe E (ou selon d'autres annexes de la présente Norme internationale) doit envisager séparément chaque composante d'incertitude et toutes les contributions supplémentaires pouvant être exigées, en fonction des instruments, de la méthode et des installations utilisés.

NOTE Lorsqu'il existe une contribution à l'incertitude pour le relevé de l'indication d'un dispositif à affichage numérique qui indique des niveaux de signaux avec une résolution de 0,1 dB, par exemple, il convient de considérer, pour la composante d'incertitude, une distribution rectangulaire avec une demi-largeur de 0,05 dB.

En raison de la faible valeur de certaines des composantes d'incertitude, plusieurs décimales sont exigées dans le calcul afin de garantir un arrondissement approprié des résultats finaux.

Les degrés de liberté effectifs de l'incertitude type combinée sont calculés en utilisant l'équation de Welch-Satterthwaite (voir Guide ISO/CEI 98-3) de façon à pouvoir sélectionner le facteur d'élargissement k pour fournir un niveau de confiance de 95 %.

Tableau I.1 – Description des composantes d'incertitude probables

Symbole / nom	Descripteur	Description et source de la composante d'incertitude	Distribution de probabilité (détermine le diviseur)
L_{ind1}	a_1	Mesure de niveau - sonomètre en champ libre	Rectangulaire
L_{ind2}	a_2	Mesure de niveau – microphone de référence en champ libre	Rectangulaire
L_{ind3a}	a_3	Mesure de niveau – microphone de référence dans le coupleur par comparaison	Rectangulaire
L_{ind3b}	a_4	Mesure de niveau – sonomètre dans le coupleur par comparaison	Rectangulaire
$L_{p,F1} - L_{p,F2}$	a_5	Dérive (non corrigée) dans le niveau du sonomètre en champ libre entre les mesures avec sonomètre et microphone de référence	Rectangulaire
$L_{p,P1} - L_{p,P2}$	a_6	Différence de niveau de pression acoustique sur le sonomètre et le microphone de référence dans le coupleur par comparaison	Rectangulaire
$C_{FF,RM}$	a_7	Correction en champ libre du microphone de référence d'après la CEI /TS 61094-7	Normale ($k = 2$, valeur obtenue à partir d'une incertitude élargie)
Gain du sonomètre	a_8	Dérive maximale du gain du sonomètre pendant les mesures	Rectangulaire
Gain du canal du microphone de référence	a_9	Dérive maximale du gain du canal du microphone de référence pendant les mesures	Rectangulaire
Distance source à microphone	a_{10}	Réinitialisation de la distance de la source sonore au microphone de référence ou au sonomètre	Rectangulaire
Onde sonore progressive libre	a_{11}	Due à des réflexions et à une non-uniformité du front d'onde	Rectangulaire
Montages du sonomètre et du microphone de référence	a_{12}	Due à une réflexion par les montages	Rectangulaire
Diamètres des microphones	a_{13}	Rapport des diamètres du microphone de référence et du microphone du sonomètre	Rectangulaire
Arrondi	a_{14}	Arrondi du résultat final	Rectangulaire
Répétabilité	a_{15}	Répétition des mesures avec les combinaisons indiquées	Normale ($k = 1$, valeur obtenue à partir d'une évaluation statistique)

Tableau I.2 – Exemple d'incertitude pour une fréquence de 1 kHz

Symbole / nom	Descripteur	Valeur ± dB et dérivation	Diviseur	$u_i (C_{FF,SLM}) \pm \text{dB}$	Degrés de liberté
L_{Ind1}	a_1	0,005 – obtenue à partir de la tension de sortie mesurée à 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{Ind2}	a_2	0,005 – obtenue à partir de la tension de sortie mesurée à 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{Ind3a}	a_3	0,005 – obtenue à partir de la tension de sortie mesurée à 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
L_{Ind3b}	a_4	0,005 – obtenue à partir de la tension de sortie mesurée à 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
$L_{p,F1} - L_{p,F2}$	a_5	0,05 – obtenue à partir de la différence maximale estimée	$\sqrt{3}$	0,028 9	∞
$L_{p,P1} - L_{p,P2}$	a_6	0 – supposée égale	$\sqrt{3}$	0	∞
$C_{FF,RM}$	a_7	0,06 – d'après la CEI/TS 61094-7	2	0,03	∞
Gain du sonomètre	a_8	0,025 – obtenue à partir de la dérive maximale estimée	$\sqrt{3}$	0,014 4	∞
Gain du canal du microphone de référence	a_9	0,025 – obtenue à partir de la dérive maximale estimée	$\sqrt{3}$	0,014 4	∞
Distance source à microphone	a_{10}	0,029 – obtenue à partir de la réinitialisation de l'écart de distance et de l'incertitude des centres acoustiques (4 mm sur 1200 mm)	$\sqrt{3}$	0,016 7	∞
Onde sonore progressive libre	a_{11}	0,013 – estimation d'après les essais de performance en salle en champ libre	$\sqrt{3}$	0,007 5	∞
Montages du sonomètre et du microphone de référence	a_{12}	0,013 – estimation de l'effet obtenu à partir de la mesure	$\sqrt{3}$	0,007 5	∞
Diamètres des microphones	a_{13}	0 – supposée égale	$\sqrt{3}$	0	∞
Arrondi	a_{14}	0,005 – correction finale indiquée avec deux décimales	$\sqrt{3}$	0,002 9	∞
Répétabilité	a_{15}	0,03 – obtenue à partir de mesures répétées	1	0,03	2
Incertitude type combinée $u(C_{FF,SLM})$ dB				0,059 0	
Incertitude élargie de $C_{FF,SLM}$; (normal) $k = 2,11$				0,12 ⁽⁴⁾	Degré de liberté effectif = 29,98

Tableau I.3 – Exemple d'incertitude pour une fréquence de 8 kHz

Symbole / nom	Descripteur	Valeur ± dB et dérivation	Diviseur	$u_i (C_{FF,SLM}) \pm \text{dB}$	Degrés de liberté
L_{ind1}	a_1	0,005 – obtenue à partir de la tension de sortie mesurée à 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,0029	∞
L_{ind2}	a_2	0,005 – obtenue à partir de la tension de sortie mesurée à 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,0029	∞
L_{ind3a}	a_3	0,005 – obtenue à partir de la tension de sortie mesurée à 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,0029	∞
L_{ind3b}	a_4	0,005 – obtenue à partir de la tension de sortie mesurée à 0,01dB	$\sqrt{3}$	0,0029	∞
$L_{p,F1} - L_{p,F2}$	a_5	0,05 – obtenue à partir de la différence maximale estimée	$\sqrt{3}$	0,0289	∞
$L_{p,P1} - L_{p,P2}$	a_6	0 – supposée égale	$\sqrt{3}$	0	∞
$C_{FF,RM}$	a_7	0,17 – d'après la CEI/TS 61094-7	2	0,085	∞
Gain du sonomètre	a_8	0,025 – obtenue à partir de la dérive maximale estimée	$\sqrt{3}$	0,0144	∞
Gain du canal du microphone de référence	a_9	0,025 – obtenue à partir de la dérive maximale estimée	$\sqrt{3}$	0,0144	∞
Distance source à microphone	a_{10}	0,029 – obtenue à partir de la réinitialisation de l'écart de distance et de l'incertitude des centres acoustiques (4 mm sur 1200 mm)	$\sqrt{3}$	0,0167	∞
Onde sonore progressive libre	a_{11}	0,104 – estimation d'après les essais de performance en salle en champ libre	$\sqrt{3}$	0,0600	∞
Montages du sonomètre et du microphone de référence	a_{12}	0,104 – estimation de l'effet obtenu à partir de la mesure	$\sqrt{3}$	0,0600	∞
Diamètres des microphones	a_{13}	0 – supposée égale	$\sqrt{3}$	0	∞
Arrondi	a_{14}	0,005 – correction finale indiquée avec deux décimales	$\sqrt{3}$	0,0029	∞
Répétabilité	a_{15}	0,06 – obtenue à partir de mesures répétées	1	0,06	2
Incrtitude type combinée $u(C_{FF,SLM})$ dB				0,140	
Incrtitude élargie de $C_{FF,SLM}$ (normal) $k = 2$				0,28	Degrés de liberté effectifs >30

Bibliographie

- [1] ZAVERI, K., *Influence of tripods and microphone clips on the frequency response of microphones*, Brüel & Kjær Technical Review No. 4, 1985, 32 – 40
- [2] GUGLIELMONE, C., *Inter-laboratory comparison on measurement of free-field response of a sound level meter, Final report of Euramet project 1056*, INRiM 2010
- [3] CEI 61094-8: —4, *Microphones de mesure – Partie 8: Méthode pour l'étalonnage en champ libre par comparaison des microphones étalons de travail*
- [4] CEI 61260, *Électroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*
- [5] CEI 61094-2, *Électroacoustique – Microphones de mesure – Partie 2: Méthode primaire pour l'étalonnage en pression des microphones étalons de laboratoire par la méthode de réciprocité*
- [6] 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*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch