

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electroacoustics – Simulators of human head and ear –
Part 8: Acoustic coupler for high-frequency measurements of hearing aids and
earphones coupled to the ear by means of ear inserts**

**Électroacoustique – Simulateurs de tête et d'oreille humaines –
Partie 8: Coupleur acoustique pour les mesurages à hautes fréquences des
appareils de correction auditive et des écouteurs couplés à l'oreille par des
embouts**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.140.50

ISBN 978-2-8322-1092-5

**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	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviated terms.....	8
4 Mechanical design of the 0,4 cm ³ coupler	8
4.1 General.....	8
4.1.1 Overall design guidelines.....	8
4.1.2 Acceptance limits.....	9
4.2 Cavity dimensions.....	9
4.2.1 Critical dimensions	9
4.2.2 Effective coupler volume and cavity dimensions	9
4.3 Verification procedure of the effective coupler volume	9
4.4 Microphone	9
4.4.1 General	9
4.4.2 Microphone type	9
4.5 Static pressure equalisation vent	10
4.6 Acoustic transfer impedance level.....	10
5 Calibration.....	10
5.1 Reference environmental conditions	10
5.2 Method of calibration	10
6 Coupling of receivers and hearing aids to the coupler.....	11
6.1 Coupling to a hearing aid receiver by means of tubing	11
6.2 Coupling to a hearing aid embedded in or connected to an earmould.....	11
6.3 Coupling to a receiver in the canal (RIC).....	12
6.4 Coupling to a BTE hearing aid with 2 mm continuous internal diameter tubing	13
6.5 Coupling to a BTE hearing aid with earmould simulator.....	14
6.6 Coupling to a BTE hearing aid with thin acoustic coupling tubing	15
7 Maximum permitted expanded uncertainty for coupler conformance testing	16
Annex A (informative) Example of a method for verification of the effective volume of the coupler	18
A.1 Method for verification of the effective volume of the coupler	18
A.2 Measurement uncertainty.....	19
Annex B (informative) Example of a method for the measurement of the acoustic transfer impedance of the 0,4 cm ³ coupler	20
B.1 Measurement procedure	20
B.1.1 Acoustic transfer impedance.....	20
B.1.2 Setup for measuring the coupler acoustic transfer impedance	21
B.2 Typical coupler acoustic transfer impedance.....	22
B.3 Measurement uncertainty.....	24
Annex C (informative) Example of one specific design of the coupler.....	25
Annex D (informative) Electrical analogue representation of the coupler as a tube model	26

Annex E (informative) Example assessments of conformance to specifications of this document	31
E.1 General.....	31
E.2 Conformance criteria.....	31
E.3 Example test results	31
Bibliography.....	34
Figure 1 – Coupling to a hearing aid receiver by means of coupling tubing	11
Figure 2 – Coupling to an ITE, ITC, or CIC.....	12
Figure 3 – Coupling to a receiver in the canal (RIC).....	13
Figure 4 – Coupling to a BTE hearing aid with 2 mm continuous internal diameter coupling tubing	14
Figure 5 – Coupling to a BTE hearing aid with earmould simulator.....	15
Figure 6 – Coupling to a BTE hearing aid with thin coupling tubing	16
Figure 7 – Relationship between tolerance interval, corresponding acceptance interval and the maximum permitted uncertainty of measurement.....	17
Figure A.1 – Measurement setup for coupler volume measurement.....	19
Figure B.1 – Test set-up for measuring the coupler acoustic transfer impedance	22
Figure B.2 – Typical coupler acoustic transfer impedance.....	22
Figure B.3 – Typical acoustic transfer impedance times frequency.....	23
Figure C.1 – Example of a specific design of the 0,4 cm ³ coupler, shown with removable coupling plate with a nipple for the attachment of coupling tubing	25
Figure D.1 – Electrical analogue of the coupler as a lossy transmission line tube with lossy terminations.....	26
Figure D.2 – Transfer impedance model vs. measurements	29
Figure D.3 – Equivalent volume calculated from the model vs. measurements	29
Figure D.4 – Model predictions of coupler impedance	30
Figure E.1 – Examples of assessment of conformance	33
Table 1 – The acoustic transfer impedance level modulus and the associated acceptance intervals	10
Table 2 – Values of U_{\max} for measurements	17
Table A.1 – Typical components of measurement uncertainty in the measurement of effective volume.....	19
Table B.1 – Typical acoustic transfer impedance values	23
Table B.2 – Typical components of measurement uncertainty in the measurement of acoustic transfer impedance	24
Table D.1 – List of constants	28
Table E.1 – Examples of assessment of conformance.....	32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROACOUSTICS – SIMULATORS OF HUMAN HEAD AND EAR –**Part 8: Acoustic coupler for high-frequency measurements of hearing aids and earphones coupled to the ear by means of ear inserts**

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.

IEC 60318-8 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
29/1111/FDIS	29/1117/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available

at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 60318 series, published under the general title *Electroacoustics – Simulators of human head and ear*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Advancement in hearing aid design makes it possible to increase the bandwidth of hearing aids up to 16 kHz.

The 2 cm³ coupler as described in IEC 60318-5 [1]¹ is suitable for measurements up to 8 kHz. At frequencies above 8 kHz, high measurement uncertainty will occur in earphone responses, due to acoustic resonances in the coupler.

The occluded-ear simulator as described in IEC 60318-4 [2] simulates the human external ear up to 10 kHz and can be used as an acoustic coupler up to 16 kHz. It is designed with a principal cavity length which produces a half-wavelength resonance of the sound pressure at approximately 13,5 kHz. This resonance, which is also present in a person's ear canal but more controlled by the tympanic membrane, can also cause measurement uncertainty in earphone responses above 10 kHz.

Accordingly, there is a need for a well-defined and robust acoustic coupler to be used by designers of transducers (receiver, earphone), and by the designer and dispensers of hearing aids when making measurements on earphones in the frequency range 8 kHz to 16 kHz.

The sound pressure developed by an earphone is, in general, not the same in an acoustic coupler as in a person's ear. However, results obtained with an acoustic coupler can be used as a simple and ready means for the exchange of specifications and test data on hearing aids and insert earphones used in audiometry.

This document describes an acoustic coupler for loading a hearing aid or insert earphone with a specified acoustic impedance when testing acoustic performance, in the frequency range up to 16 kHz, as required in IEC 60118-0 [3].

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

ELECTROACOUSTICS – SIMULATORS OF HUMAN HEAD AND EAR –

Part 8: Acoustic coupler for high-frequency measurements of hearing aids and earphones coupled to the ear by means of ear inserts

1 Scope

This part of IEC 60318 describes an acoustic coupler for loading a hearing aid or insert earphone with a specified acoustic impedance when testing its acoustic performance, in the frequency range up to 16 kHz. It is suitable for air-conduction hearing aids and earphones, coupled to the ear by means of ear inserts, earmoulds or similar devices.

The acoustic coupler does not simulate the human ear. However, it has an effective volume of only 0,4 cm³, which is small enough not to produce significant resonances in the coupler in the frequency range below 16 kHz. Therefore, it will load the earphone with a known acoustic impedance, which allows repeatable measurements with low uncertainty to be obtained on earphones used in extended high-frequency audiometry.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	38
INTRODUCTION.....	40
1 Domaine d'application	41
2 Références normatives.....	41
3 Termes, définitions et termes abrégés	41
3.1 Termes et définitions	41
3.2 Termes abrégés.....	42
4 Conception mécanique du coupleur de 0,4 cm ³	42
4.1 Généralités	42
4.1.1 Lignes directrices générales en matière de conception	42
4.1.2 Limites d'acceptation	43
4.2 Dimensions de la cavité	43
4.2.1 Dimensions critiques	43
4.2.2 Volume effectif du coupleur et dimensions de la cavité	43
4.3 Procédure de vérification du volume effectif du coupleur.....	43
4.4 Microphone.....	43
4.4.1 Généralités.....	43
4.4.2 Type de microphone	44
4.5 Événement d'égalisation de la pression statique.....	44
4.6 Niveau d'impédance acoustique de transfert.....	44
5 Étalonnage.....	44
5.1 Conditions d'environnement de référence	44
5.2 Méthode d'étalonnage.....	45
6 Couplage des récepteurs et des appareils de correction auditive au coupleur.....	45
6.1 Couplage à un récepteur d'un appareil de correction auditive au moyen d'un tube	45
6.2 Couplage à un appareil de correction auditive intégré ou connecté à un embout moulé	46
6.3 Couplage à un récepteur dans le canal (RIC).....	47
6.4 Couplage à un appareil de correction auditive contour d'oreille avec un tube de 2 mm de diamètre intérieur continu	48
6.5 Couplage à un appareil de correction auditive contour d'oreille avec simulateur d'embout moulé	49
6.6 Couplage à un appareil de correction auditive contour d'oreille avec un tube de couplage acoustique fin	50
7 Incertitude élargie maximale admissible pour les essais de conformité des coupleurs	51
Annexe A (informative) Exemple de méthode de vérification du volume effectif du coupleur	54
A.1 Méthode de vérification du volume effectif du coupleur	54
A.2 Incertitude de mesure	55
Annexe B (informative) Exemple de méthode de mesure de l'impédance acoustique de transfert du coupleur de 0,4 cm ³	56
B.1 Procédure de mesure.....	56
B.1.1 Impédance acoustique de transfert.....	56
B.1.2 Montage pour le mesurage de l'impédance acoustique de transfert du coupleur	57

B.2	Impédance acoustique de transfert type d'un coupleur	58
B.3	Incertitude de mesure	60
Annexe C (informative)	Exemple d'une conception spécifique du coupleur	61
Annexe D (informative)	Représentation électrique analogique du coupleur comme modèle de tube	62
Annexe E (informative)	Exemples d'évaluations de la conformité aux spécifications du présent document	67
E.1	Généralités	67
E.2	Critères de conformité	67
E.3	Exemple de résultats d'essai	67
Bibliographie	70
Figure 1	– Couplage à un récepteur d'appareil de correction auditive au moyen d'un tube de couplage	46
Figure 2	– Couplage à un ITE, ITC ou CIC	47
Figure 3	– Couplage à un récepteur dans le canal (RIC)	48
Figure 4	– Couplage à un appareil de correction auditive contour d'oreille (BTE) avec un tube de couplage de 2 mm de diamètre intérieur continu	49
Figure 5	– Couplage à un appareil de correction auditive contour d'oreille avec simulateur d'embout moulé	50
Figure 6	– Couplage à un appareil de correction auditive contour d'oreille avec un tube de couplage fin	51
Figure 7	– Relation entre l'intervalle de tolérance, l'intervalle d'acceptation correspondant et l'incertitude de mesure maximale admissible	53
Figure A.1	– Configuration de mesure pour le mesurage du volume du coupleur	55
Figure B.1	– Montage d'essai pour le mesurage de l'impédance acoustique de transfert du coupleur	58
Figure B.2	– Impédance acoustique de transfert type d'un coupleur	58
Figure B.3	– Impédance acoustique de transfert type fois la fréquence	59
Figure C.1	– Exemple de conception spécifique du coupleur de 0,4 cm ³ , représenté avec une plaque de couplage amovible équipée d'un raccord pour la fixation du tube de couplage	61
Figure D.1	– Analogie électrique du coupleur en tant que tube de ligne de transmission avec perte avec des terminaisons avec perte	62
Figure D.2	– Modèle d'impédance de transfert par rapport aux mesurages	65
Figure D.3	– Volume équivalent calculé à partir du modèle par rapport aux mesurages	65
Figure D.4	– Prédications du modèle concernant l'impédance du coupleur	66
Figure E.1	– Exemples d'évaluation de la conformité	69
Tableau 1	– Module du niveau d'impédance acoustique de transfert et intervalles d'acceptation associées	44
Tableau 2	– Valeurs de U_{\max} pour les mesurages	52
Tableau A.1	– Composantes types de l'incertitude de mesure dans le mesurage du volume effectif	55
Tableau B.1	– Valeurs types de l'impédance acoustique de transfert	59
Tableau B.2	– Composantes types de l'incertitude de mesure dans le mesurage de l'impédance acoustique de transfert	60
Tableau D.1	– Liste de constantes	64
Tableau E.1	– Exemples d'évaluation de la conformité	68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLECTROACOUSTIQUE – SIMULATEURS DE TÊTE ET D'OREILLE HUMAINES –

Partie 8: Coupleur acoustique pour les mesurages à hautes fréquences des appareils de correction auditive et des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 du présent document de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60318-8 a été établie par le comité d'études 29 de l'IEC: Électroacoustique. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
29/1111/FDIS	29/1117/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60318, publiées sous le titre général *Électroacoustique – Simulateurs de tête et d'oreille humaines*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les progrès réalisés dans la conception des appareils de correction auditive permettent d'augmenter la largeur de bande de ces appareils jusqu'à 16 kHz.

Le coupleur de 2 cm³ décrit dans l'IEC 60318-5 [1]¹ convient pour les mesurages jusqu'à 8 kHz. Aux fréquences supérieures à 8 kHz, une grande incertitude de mesure se produit dans les réponses des écouteurs, en raison des résonances acoustiques dans le coupleur.

Le simulateur d'oreille occluse comme cela est décrit dans l'IEC 60318-4 [2] simule l'oreille externe humaine jusqu'à 10 kHz et peut être utilisé comme coupleur acoustique jusqu'à 16 kHz. Il est conçu avec une longueur de cavité principale qui produit une résonance de demi-longueur d'onde de la pression acoustique à environ 13,5 kHz. Cette résonance, qui est également présente dans le conduit auditif d'une personne, mais davantage contrôlée par la membrane tympanique, peut également être à l'origine d'une incertitude de mesure dans les réponses des écouteurs au-dessus de 10 kHz.

Par conséquent, il est nécessaire de proposer aux concepteurs de transducteurs (récepteur, écouteur) et au concepteur et aux distributeurs d'appareils de correction auditive un coupleur acoustique robuste et clairement défini, pour les mesurages de l'écouteur dans la plage de fréquences de 8 kHz à 16 kHz.

La pression acoustique développée par un écouteur n'est, en général, pas la même dans un coupleur acoustique que dans l'oreille d'une personne. Cependant, les résultats obtenus à l'aide d'un coupleur acoustique peuvent être utilisés comme un moyen simple et rapide pour l'échange de spécifications et de données d'essai sur les appareils de correction auditive et les écouteurs à insérer utilisés en audiométrie.

Le présent document décrit un coupleur acoustique permettant de charger un appareil de correction auditive ou un écouteur à insérer avec une impédance acoustique spécifiée lors des essais de performance acoustique, dans la plage de fréquences allant jusqu'à 16 kHz, comme cela est exigé dans l'IEC 60118-0 [3].

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

ÉLECTROACOUSTIQUE – SIMULATEURS DE TÊTE ET D'OREILLE HUMAINES –

Partie 8: Coupleur acoustique pour les mesurages à hautes fréquences des appareils de correction auditive et des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60318 décrit un coupleur acoustique permettant de charger un appareil de correction auditive ou un écouteur à insérer avec une impédance acoustique spécifiée lors de l'essai de ses performances acoustiques, dans la plage de fréquences allant jusqu'à 16 kHz. Il convient aux appareils de correction auditive et aux écouteurs à conduction aérienne, couplés à l'oreille par des inserts auriculaires, des embouts ou des appareils similaires.

Le coupleur acoustique ne simule pas l'oreille humaine. Il a cependant un volume effectif de seulement $0,4 \text{ cm}^3$, ce qui est suffisamment petit pour ne pas produire de résonances significatives dans le coupleur dans la plage de fréquences inférieure à 16 kHz. Il charge donc l'écouteur avec une impédance acoustique connue, ce qui permet d'obtenir des mesurages répétables avec une faible incertitude sur les écouteurs utilisés en audiométrie haute fréquence étendue.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.