

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electroacoustics – Hearing aids –

Part 15: Methods for characterising signal processing in hearing aids with a speech-like signal

Électroacoustique – Appareils de correction auditive –

Partie 15: Méthodes de caractérisation du traitement des signaux dans les appareils de correction auditive avec un signal de type parole



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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electroacoustics – Hearing aids –
Part 15: Methods for characterising signal processing in hearing aids with a
speech-like signal**

**Électroacoustique – Appareils de correction auditive –
Partie 15: Méthodes de caractérisation du traitement des signaux dans les
appareils de correction auditive avec un signal de type parole**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 17.140.50

ISBN 978-2-88912-932-4

**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 and definitions	8
4 Limitations.....	9
5 Setup	9
5.1 System overview	9
5.2 Estimated insertion gain	11
5.3 Coupler gain.....	12
6 Test equipment.....	12
6.1 Acoustical requirements	12
6.2 Test signal	13
6.2.1 Specification of ISTS	13
6.2.2 Shaping of the test signal for determining the EIG	14
6.3 Earphone coupler and attachments	15
6.3.1 Estimated insertion gain	15
6.3.2 Coupler gain.....	15
7 Test conditions	15
7.1 Programming of hearing aid	15
7.2 End user settings for programming	16
7.2.1 Hearing aid features	16
7.2.2 Vent selection for programming	16
7.2.3 Directionality	16
7.3 Audiograms for a typical end-user	16
8 Measurements and analysis	18
8.1 Measurements.....	18
8.1.1 General	18
8.1.2 Estimated insertion gain (EIG)	19
8.1.3 Coupler gain (optional for 2 cm ³ coupler)	19
8.2 Analysis	19
8.2.1 General	19
8.2.2 Compensating for hearing aid processing delay.....	21
8.2.3 Correction for use of 2 cm ³ coupler for EIG determination.....	21
8.2.4 Calculation of the estimated insertion gain for the LTASS of the ISTS (LTASS EIG)	21
8.2.5 Calculation of the coupler gain for the LTASS of the ISTS (LTASS coupler gain) (optional).....	22
8.2.6 Sectioning of recorded signals for percentile calculations	22
8.2.7 Calculation of the EIG for the 30 th , 65 th and 99 th percentiles of the ISTS (percentile EIG)	23
8.2.8 Calculation of the coupler gain for the 30 th , 65 th and 99 th percentiles of the ISTS (Percentile coupler gain) (optional)	23
9 Data presentation	24
9.1 LTASS gain (LTASS EIG or LTASS coupler gain).....	24
9.2 Percentile gain (percentile EIG or percentile coupler gain)	25

9.3 Interpretation of gain views	26
9.3.1 LTASS gain view	26
9.3.2 Percentile gain view	26
9.4 Mandatory data	27
Annex A (informative) International speech test signal (ISTS)	28
Bibliography.....	32
Figure 1 – Measurement setup for the estimated insertion gain.....	11
Figure 2 – Measurement setup for the coupler gain.....	12
Figure 3 – ISTS 30 th , 65 th , 99 th percentiles and LTASS in dB versus one-third-octave bands	14
Figure 4 – Standard audiograms for the flat and moderately sloping group	17
Figure 5 – Standard audiograms for the steep sloping group.....	18
Figure 6 – Overview of analysis	20
Figure 7 – Time alignment of output signal (y) relative to the input signal (x)	21
Figure 8 – Sectioning of recorded signals	22
Figure 9 – Illustration of the method for obtaining "time aligned gain" for the 65 th percentile.....	24
Figure 10 – LTASS gain at 3 input sound pressure levels	24
Figure 11 – LTASS gain at 3 input levels relative the LTASS gain at 65 dB input sound pressure level	25
Figure 12 – Percentile gain for 3 percentiles and corresponding LTASS gain.....	25
Figure A.1 – ISTS level distributions for five third-octave bands as measured from 50 % overlapping 125 ms sections of the ISTS	31
Table 1 – ISTS 30 th , 65 th , 99 th percentiles and LTASS in dB at one-third-octave bands	14
Table 2 – Standard audiograms for the flat and moderately sloping group.....	17
Table 3 – Standard audiograms for the steep sloping group.....	18
Table 4 – Recommended coupler correction values when using the 2 cm ³ coupler	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROACOUSTICS –
HEARING AIDS –**
**Part 15: Methods for characterising signal processing
in hearing aids with a speech-like signal**
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 60118-15 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

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

CDV	Report on voting
29/719/CDV	29/730A/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 60118 series, published under the general title *Electroacoustics – Hearing aids*, can be found on the IEC website.

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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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

The characterisation of hearing aids in actual use can differ significantly from those determined in accordance with standards such as IEC 60118-0 and IEC 60118-7. These standards use non speech-like test signals with the hearing aid set to specific settings which are, in general, not comparable with typical user settings.

This standard describes a recommended speech-like test signal, the International Speech Test Signal (ISTS), and a method for the characterisation of hearing aids using this signal with the hearing aid set to actual user settings or to the manufacturers' recommended settings for one of a range of audiograms. For the purposes of this standard the hearing aid is considered to be a combination of the physical hearing aid and the fitting software which accompanies it.

ELECTROACOUSTICS – HEARING AIDS –

Part 15: Methods for characterising signal processing in hearing aids with a speech-like signal

1 Scope

This part of IEC 60118 specifies a test signal designed to represent normal speech, the International Speech Test Signal (ISTS), together with the procedures and the requirements for measuring the characteristics of signal processing in air-conduction hearing aids. The measurements are used to derive the estimated insertion gain (EIG). For the purposes of characterizing a hearing aid for production, supply and delivery, the procedures and requirements to derive the coupler gain on a 2 cm³ coupler as defined in IEC 60318-5 are also specified.

The procedure uses a speech-like test signal and the hearing aid settings are set to those programmed for an individual end-user or those recommended by the manufacturer for a typical end-user for a range of flat, moderately sloping or steep sloping audiograms, so that the measured characteristics are comparable to those which may be obtained by a wearer at typical user settings.

The purpose of this standard is to ensure that the same measurements made on a hearing aid following the procedures described, and using equipment complying with these requirements, give substantially the same results.

Measurements of the characteristics of signal processing in hearing aids which apply non-linear processing techniques are valid only for the test signal used. Measurements which require a different test signal or test conditions are outside the scope of this standard.

Conformance to the specifications in this standard is demonstrated only when the result of a measurement, extended by the actual expanded uncertainty of measurement of the testing laboratory, lies fully within the tolerances specified in this standard as given by the values given in 6.1.

Measurement methods that take into account the acoustic coupling of a hearing aid to the individual ear and the acoustic influence of the individual anatomical variations of an end-user on the acoustical performance of the hearing aid, known as real-ear measurements, are outside the scope of this particular standard.

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 60118-7, *Electroacoustics – Hearing aids – Part 7: Measurement of the performance characteristics of hearing aids for production, supply and delivery quality assurance purposes*

IEC 60118-8:2005, *Electroacoustics – Hearing aids – Part 8: Methods of measurement of performance characteristics of hearing aids under simulated in situ working conditions*

IEC 60318-4, *Electroacoustics – Simulators of human head and ear – Part 4: Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by means of ear inserts*

IEC 60318-5, *Electroacoustics – Simulators of human head and ear – Part 5: 2 cm³ coupler for the measurement of hearing aids and earphones coupled to the ear by means of ear inserts*

IEC 61260, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply:

3.1

sound pressure level

all sound pressure levels specified are measured in decibels (dB) referenced to 20 µPa

3.2

percentile sound pressure level

sound pressure level, in dB, below which a certain percentage of the measured sound pressure levels fall, measured in a 125 ms time interval, over a stated measurement period

Note 1 to entry: As an example: The 30th percentile sound pressure level is the sound pressure level below which 30 % of the measured sound pressure levels are found, and the remaining 70 % of the measured sound pressure levels are higher.

Note 2 to entry: The 99th percentile may be interpreted as a peak sound pressure level indicator.

Note 3 to entry: The definition of percentile used here is according to general statistics. This definition may differ from other sciences such as acoustics.

3.3

international speech test signal

ISTS

speech-like test signal as defined in this standard

3.4

long term average speech spectrum

LTASS

sound pressure level measured in one-third-octave bands averaged over a long time period of speech

Note 1 to entry: For this standard a time period of 45 s is chosen.

3.5

occluded ear simulator

OES

ear simulator as defined in IEC 60318-4

3.6

estimated insertion gain of a hearing aid

EIG

estimate of the real-ear insertion gain as may be obtained across a group of persons

Note 1 to entry: This estimate is based on measurements of hearing aid gain using an occluded ear simulator or a 2 cm³ coupler, as defined in IEC 60318-5.

3.7

coupler gain of a hearing aid

hearing aid gain measured by means of a 2 cm³ coupler, as defined in IEC 60318-5

3.8

LTASS gain of a hearing aid

estimated insertion gain or coupler gain provided for the long-term average speech spectrum of the international speech test signal

3.9

percentile gain of a hearing aid

estimated insertion gain or the coupler gain provided for a given percentile of the distribution of sound pressure levels in a one-third-octave band of the international speech test signal

4 Limitations

This standard provides a technical characterisation of hearing aids and is not defining a clinical procedure for insertion gain measurements. However, results are shown as estimated insertion gain in order to improve the understanding of the results in relation to in situ conditions.

The estimated insertion gain may differ substantially from in situ results obtained on an individual person, due to differences between in situ conditions and the use of ear simulator or coupler as well as anatomical variation of head, torso, pinna, ear canal, and eardrum. Care should be taken when interpreting the results.

5 Setup

5.1 System overview

The goal of the test method is to provide an estimate of the insertion gain as may be obtained across a group of persons. For the purpose of characterizing a hearing aid for production, supply and delivery also the coupler gain on a 2 cm³ coupler as defined in IEC 60318-5 is provided.

This standard employs the international speech test signal (ISTS) for the measurement of hearing aid gain in one-third-octave bands and introduces the concept of gain for the long term average speech spectrum (LTASS gain) and the concept of time-aligned gain for a given percentile of the distribution of one-third-octave band sound pressure level of the ISTS (percentile gain) in 125 ms sections. Within each band, the LTASS gain is the gain averaged over the test duration. Within each band, the percentile gain for a given percentile is determined for each 125 ms section in the ISTS distribution which has the sound pressure level of the given percentile, and these gains are averaged over the duration of the test.

The methods of this standard yield an estimated insertion gain (EIG) (preferred) and a 2 cm³ coupler gain (optional) for the LTASS and the 30th, 65th and 99th percentiles of the ISTS.

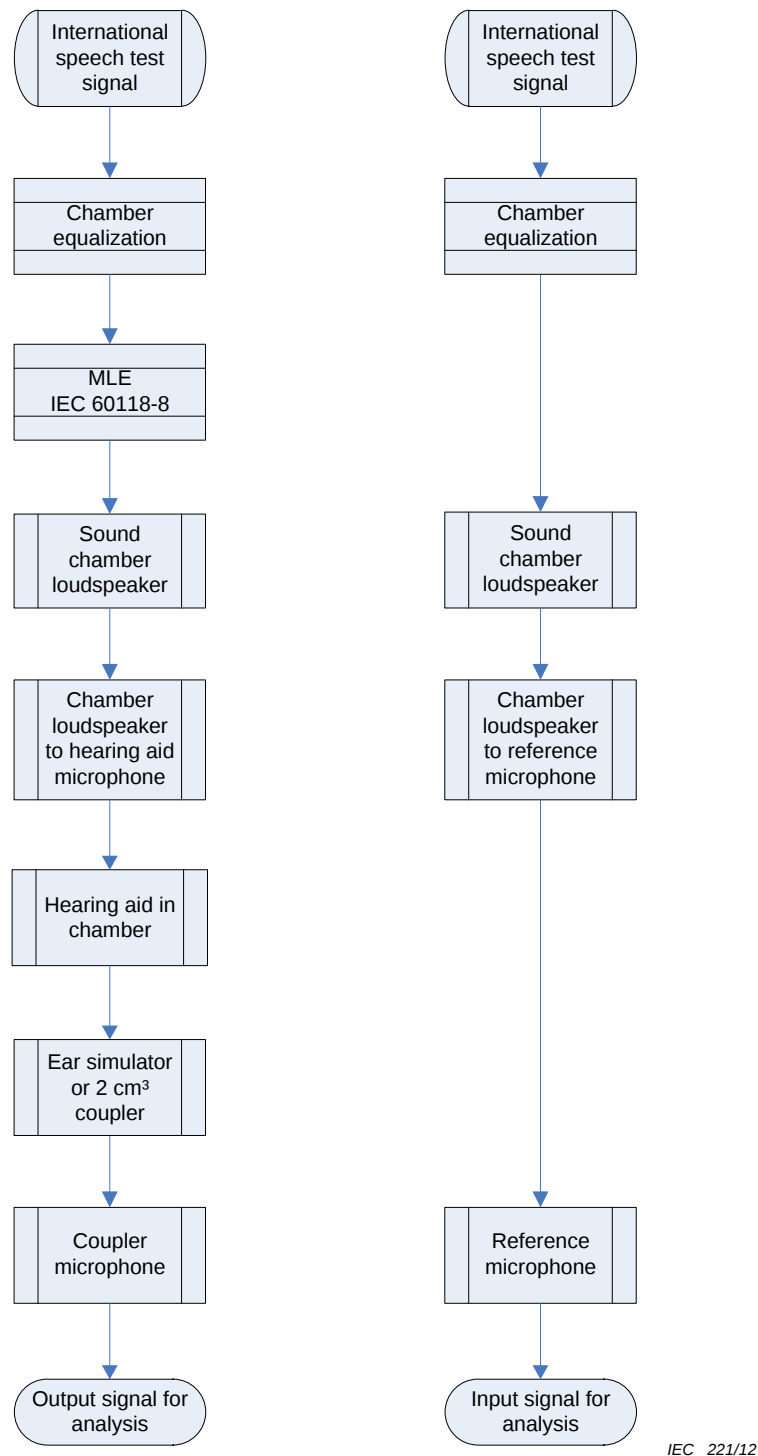
For the EIG measurement, the ISTS is spectrally shaped by the free-field to the hearing-aid-microphone transformation for the type of hearing aid being tested. The output of the hearing aid is preferably measured in an occluded ear simulator but may also be estimated from 2 cm³ coupler sound pressure level by adding the occluded ear simulator to 2 cm³ coupler difference. The EIG (calculated as the LTASS gain or as the speech gain at various percentile sound pressure levels) is derived by subtracting the relevant ISTS band level and the manikin unoccluded ear gain (IEC 60118-8:2005, Annex B) from the hearing aid output band level.

For the 2 cm³ coupler gain measurements, the input to the hearing aid is the ISTS and its output is the 2 cm³ coupler sound pressure level.

Figure 1 and Figure 2 show an overview of the method.

- Figure 1 shows the measurement procedure for the hearing aid response for determining the estimated insertion gain using an occluded ear simulator in accordance with IEC 60318-4 or a 2 cm³ coupler in accordance with IEC 60318-5 and applying a free-field to hearing-aid-microphone transform of IEC 60118-8.
- Figure 2 shows the measurement procedure for the hearing aid response for determining the coupler gain using a 2 cm³ coupler in accordance with IEC 60318-5.

5.2 Estimated insertion gain

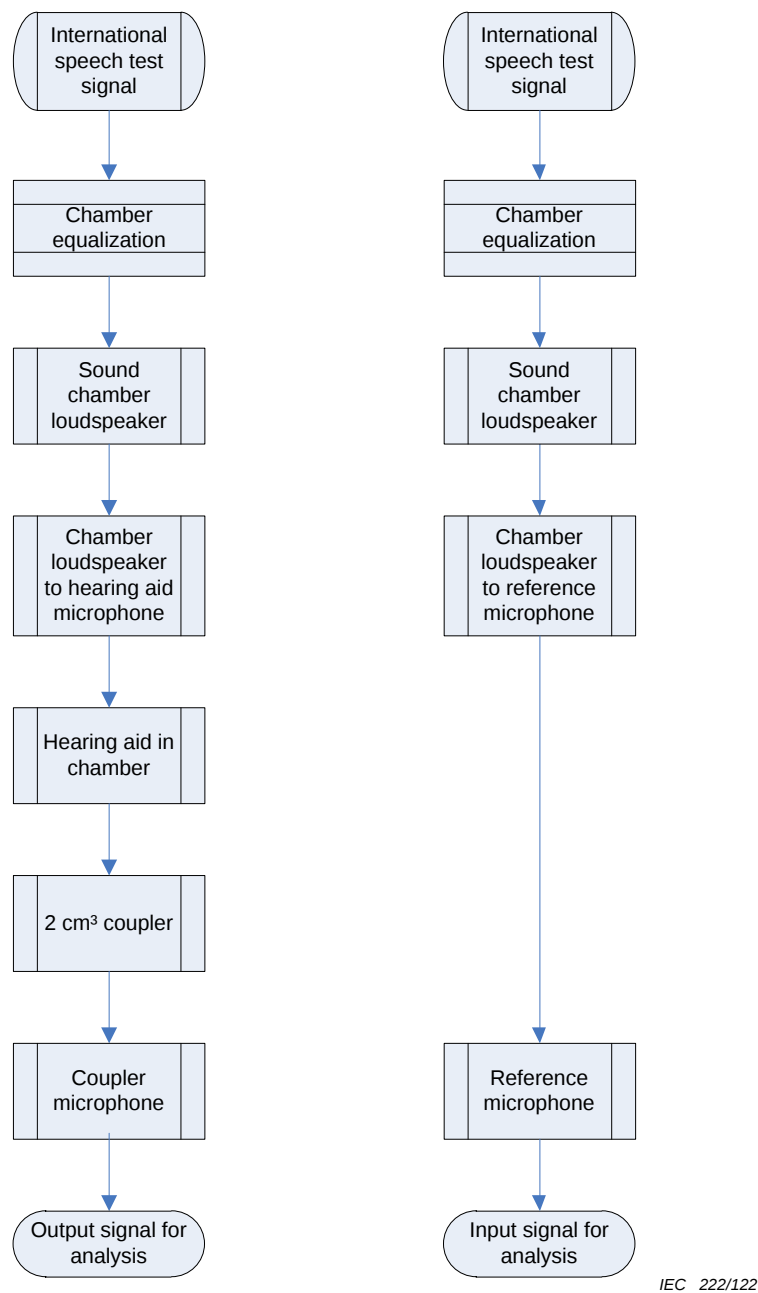


NOTE 1 The ear simulator complies with IEC 60318-4; the 2 cm³ coupler is in accordance with IEC 60318-5.

NOTE 2 Blocks with vertical lines are actual physical parts of the measurement setup. Blocks with horizontal lines are pre- and post-processing steps in software.

Figure 1 – Measurement setup for the estimated insertion gain

5.3 Coupler gain



NOTE 1 The 2 cm³ coupler complies with IEC 60318-5.

NOTE 2 Blocks with vertical lines are actual physical parts of the measurement setup. Blocks with horizontal lines are pre- and post-processing steps in software.

Figure 2 – Measurement setup for the coupler gain

6 Test equipment

6.1 Acoustical requirements

For the acoustical measurements the requirements for test equipment, test conditions and the acoustic test box as listed in IEC 60118-7 shall be followed. In particular, the following requirements apply:

- a) The test box used shall provide essentially free field conditions in the frequency range 200 Hz to 8 kHz.
- b) The hearing aid shall be positioned to reflect a frontal sound incidence (0 degrees azimuth and elevation as defined in IEC 61669). If this is not appropriate for the type of hearing aid, the actual incidence should be stated.
- c) The input sound pressure level at the hearing aid reference point is kept constant by means of a reference microphone (pressure method) or by using the substitution method.
- d) One-third-octave-band filters with nominal centre frequencies from 250 Hz to 6,3 kHz shall be used. The filters shall conform to the class 2 requirements of IEC 61260.
- e) Unwanted stimuli in the acoustic test box, such as ambient noise and mechanical vibrations shall be sufficiently low so as not to affect the test results by more than 0,5 dB. This can be verified if the output level of the hearing aid falls at least 10 dB when the signal source is switched off.
- f) The sound pressure level at the hearing aid reference point shall be accurate within $\pm 1,5$ dB over the frequency range from 200 Hz to 2 kHz and within $\pm 2,5$ dB from 2 kHz to 8 kHz.
- g) The free-field response level of the reference microphone used to measure the test signal, along with its associated amplifier and readout device, shall be frequency independent within ± 1 dB in the frequency range 200 Hz to 5 kHz and within ± 2 dB in the frequency range 5 kHz to 8 kHz relative to the free-field response level at 1 kHz. The pressure response level calibration of the reference microphone system shall be known by calibration at one frequency between 250 Hz and 1 250 Hz, preferably at 1 kHz. The expanded uncertainty of the calibration shall not exceed 1 dB.
- h) The relative pressure response level of the coupler microphone, along with its associated amplifier and readout device, shall be frequency-independent within ± 1 dB in the frequency range 200 Hz to 5 kHz and within ± 2 dB in the range 5 kHz to 8 kHz relative to the pressure sensitivity at 1 kHz. The pressure response level calibration of the coupler microphone system shall be known by calibration at one frequency between 250 Hz and 1 250 Hz, preferably at 1 kHz. The expanded uncertainty of the calibration shall not exceed 1 dB.

6.2 Test signal

6.2.1 Specification of ISTS

The international speech test signal (ISTS) shall be used as the test signal for the measurements of this standard. This signal is developed by the European Hearing Instrument Manufacturers Association which holds the copyright. It is available from this organization free of charge as a 16 bit or 24 bit file of type .wav.

The ISTS has been produced from recordings of female speakers of Arabic, English, French, German, Mandarin and Spanish. The recordings were cut into short segments and recomposed in random order. A description of the ISTS is given in Annex A and in [1]¹. The ISTS has the following essential characteristics:

- a) The signal bandwidth is from 100 Hz to 16 kHz. For the measurements in this standard only the bandwidth is relevant that includes all one-third-octave bands with nominal centre frequencies from 0,25 kHz to 6,3 kHz.
- b) The long term average speech spectrum (LTASS) is given in Table 1 and in Figure 3. It is the average LTASS for female talkers reported in [2]. For acoustical reproduction the accuracy shall be within ± 3 dB for all one-third-octave bands with nominal centre frequencies from 0,25 kHz to 6,3 kHz.
- c) The 30th, 65th and 99th percentiles of the distribution of the sound pressure level in 125 ms time blocks in one-third-octave bands are given in Table 1 and in

¹ Figures in brackets refer to the Bibliography.

Figure 3. For acoustical reproduction the accuracy shall be within ± 3 dB for all one-third-octave bands with nominal centre frequencies from 0,25 kHz to 6,3 kHz.

- d) The total duration is 60 s. Longer durations are possible in multiples of 60 s by concatenating 60 s signals. End and start transitions of the signal are made to match.
- e) The nominal overall sound pressure level is defined over the band from 200 Hz to 5 kHz. This level is 65 dB which is considered to be the level of normal conversational speech at 1 m distance.

NOTE When the ISTS is used at other levels than 65 dB sound pressure level, the signal will not be fully representative for real soft or loud speech as vocal effort will not correspond to these different levels.

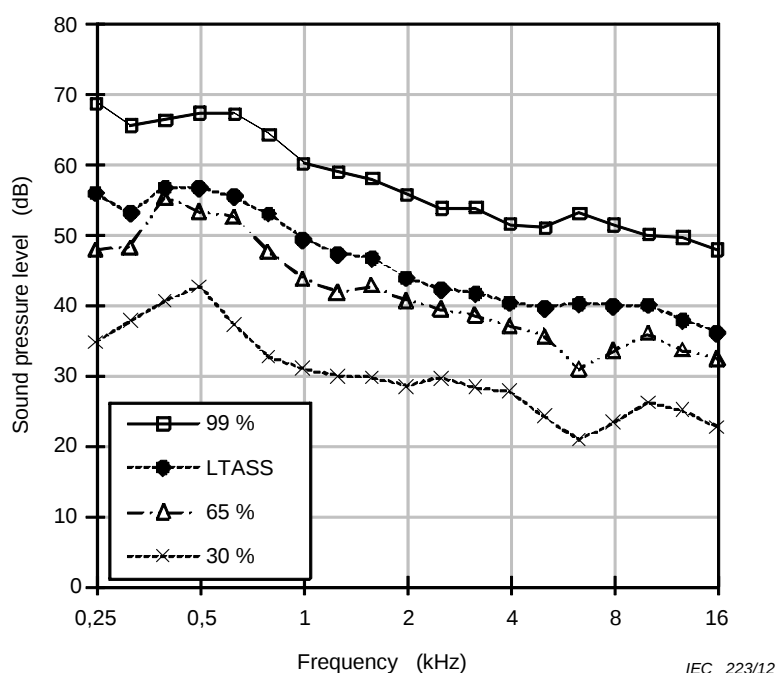


Figure 3 – ISTS 30th, 65th, 99th percentiles and LTASS in dB versus one-third-octave bands

Table 1 – ISTS 30th, 65th, 99th percentiles and LTASS in dB at one-third-octave bands

INTERNATIONAL SPEECH TEST SIGNAL: SOUND PRESSURE LEVEL IN dB FOR ONE-THIRD-OCTAVE BANDS																			
kHz	0,25	0,315	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,30	8,00	10,00	12,50	16,00
99 th percentile	68,8	65,7	66,5	67,5	67,4	64,4	60,3	59,1	58,1	55,8	53,9	54,0	51,6	51,1	53,2	51,5	50,1	49,7	48,0
65 th percentile	47,9	48,2	55,3	53,4	52,6	47,6	43,7	41,8	42,8	40,6	39,5	38,6	37,0	35,5	30,9	33,5	36	33,6	32,3
30 th percentile	34,7	37,7	40,6	42,7	37,2	32,6	30,9	29,9	29,7	28,4	29,6	28,3	27,7	24,2	20,8	23,3	26,1	25,0	22,6
LTASS	55,9	53,1	56,7	56,7	55,4	53,0	49,3	47,3	46,7	43,8	42,3	41,7	40,3	39,6	40,2	39,9	40,0	37,8	36,1

6.2.2 Shaping of the test signal for determining the EIG

The input sound signal accompanying traditional measurement methods is usually specified under free-field conditions. As described in the scope, the EIG method shall give measurement results which are comparable to results which would be obtained when measuring on a person. I.e. when the hearing aid is positioned on a person the free-field condition no longer applies.

For the measurement of the EIG a free-field to hearing-aid-microphone transformation shall be applied to the test signal. Data for the free-field to hearing-aid-microphone transformation applicable to most typical hearing aid constructions are specified in IEC 60118-8:2005, Table A.1. If the test signal is not shaped according to these data, the actually used data sets shall be stated. Only transform data appropriate for the actual hearing aid shall be used. Note that the specified overall sound pressure level of the input sound signal shall be established prior to shaping.

For the measurement of the coupler gain a free field input signal is directly applied to the hearing aid. Hence no transformations on the test signal are needed.

6.3 Earphone coupler and attachments

6.3.1 Estimated insertion gain

For the measurement of the hearing aid output, the occluded ear simulator according to IEC 60318-4 is the preferred coupler. The IEC 60318-4 occluded ear simulator will provide an impedance termination of the hearing aid under test which is comparable to a real ear.

To connect the hearing aid to the occluded ear simulator an appropriate occluded ear simulator adaptor should be used according to IEC 60318-4.

If the occluded ear simulator is not used, instead the 2 cm³ coupler in accordance with IEC 60318-5 is to be used. The HA-1 coupler is used for ITE hearing aids. The HA-2 coupler is used for BTE hearing aids. The HA-1 coupler is also used for BTE hearing aids with the receiver in the canal or using thin coupling tubes.

Results comparing 2 cm³ coupler and OES measurements will differ from each other and a correction will therefore have to be applied for the 2 cm³ coupler, see 8.2.3. The remaining differences are mainly due to differences caused by the receiver load of the hearing aid.

The used coupler and adaptor shall be clearly stated. The used setup shall be specified in sufficient detail to reproduce the complete measurement setup.

6.3.2 Coupler gain

For the coupler gain option, a 2 cm³ coupler in accordance with IEC 60318-5 is to be used. The HA-1 coupler is used for ITE hearing aids. The HA-2 coupler is used for BTE hearing aids. The HA-1 coupler is also used for BTE hearing aids with the receiver in the canal or using thin coupling tubes.

The used coupler shall be clearly stated. The used setup shall be specified in sufficient detail to reproduce the complete measurement setup.

7 Test conditions

7.1 Programming of hearing aid

The hearing aid settings are programmed as for an individual end-user, so as to characterise hearing aid performance for that individual end-user.

Alternatively, the hearing aid settings are programmed as for a typical end-user with an audiogram as selected from a range of audiograms as defined in 7.3, that falls within the fitting range of the hearing aid. All relevant information shall be supplied that defines the typical end-user. The programming shall be a typical best fit for that typical end-user using the supplied software from the manufacturer.

All relevant parameters, features and end-user settings that influence the programming using the specified fitting software should be supplied to reproduce the setting in which the hearing aid was measured.

If, for the purpose of the measurements, a deviation on the end-user settings is considered necessary, this deviation shall be specified.

7.2 End user settings for programming

7.2.1 Hearing aid features

All settings of the hearing aid should be set to end-user settings, including noise reduction algorithms, feedback suppression systems, echo cancellation, etc.

In some cases a special hearing aid setting may be used. Those cases may occur when the test set-up influences the normal operation of the hearing aid. For instance: hearing aid settings that relate to venting, directionality or when features or parameters vary automatically depending on an acoustical environment. A special setting may also be used to demonstrate the effect of a specific setting option, for instance related to gain compression characteristics, noise reduction parameters, maximum gain settings, or other. Features like frequency transposition should be disabled as that may give measurement results that are difficult to interpret. In all cases the special setting(s) shall be clearly specified.

7.2.2 Vent selection for programming

To programme the hearing aid the programming software may require to specify the size of an end-user venting. In these cases, it is recommended that the programming of the hearing aid be based on a closed venting.

When the hearing aid is programmed for an open vent, it is noted that the actual measurements will have no venting. If a hearing aid is programmed for an open vent, the measurement results may not correspond fully to the programmed fitting.

7.2.3 Directionality

Hearing aids with directional microphones should be set to omni-directional mode, if possible.

When it is not possible to select the omni-directional mode this should be clearly stated. Care should be taken to interpret the measurements as these may depend on the directional system of the hearing aid.

7.3 Audiograms for a typical end-user

To programme the hearing aid as for a typical end-user, an audiogram that falls within the fitting range of the hearing aid should be selected from the group of audiograms as defined below.

The set of standard audiograms for the flat and moderately sloping group is shown in Table 2 and Figure 4. The set of standard audiograms for the steep sloping group is shown in Table 3 and Figure 5.

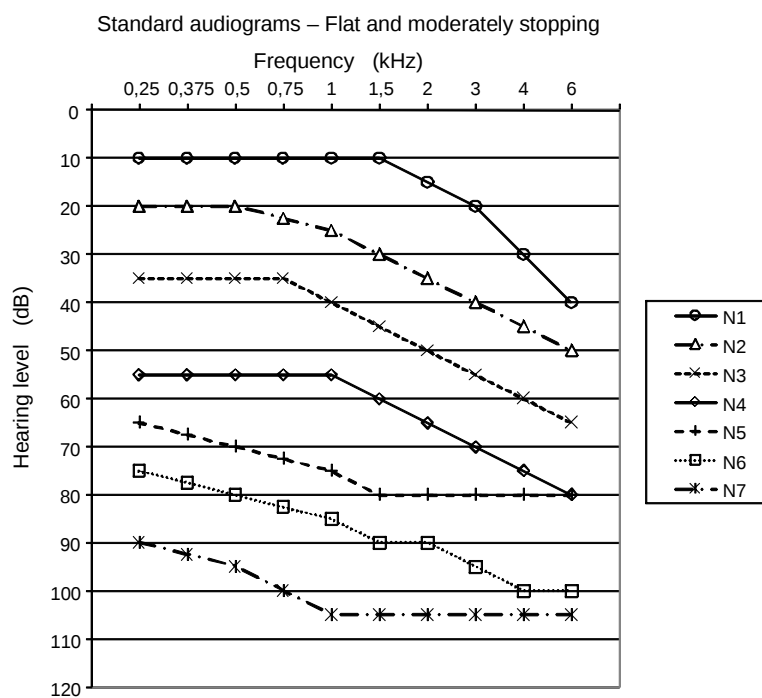
The Hearing Loss (HL) is calculated as $HL = (HL_{0,5k} + HL_{1k} + HL_{2k} + HL_{4k})/4$, where HL_{xk} means hearing loss at x kHz.

The derivation of the group of audiograms is described in [3].

No other type audiograms have been specified as these have variations that occur only very seldom (e.g., reverse slope, cookie-bite, mixed, conductive). If none of the above specified audiograms is suitable, the manufacturer may specify another audiogram provided it has been clearly defined.

Table 2 – Standard audiograms for the flat and moderately sloping group

No	HL	0,25 kHz	0,375 kHz	0,5 kHz	0,75 kHz	1 kHz	1,5 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz
N1	16	10	10	10	10	10	10	15	20	30	40
N2	31	20	20	20	22,5	25	30	35	40	45	50
N3	46	35	35	35	35	40	45	50	55	60	65
N4	63	55	55	55	55	55	60	65	70	75	80
N5	76	65	67,5	70	72,5	75	80	80	80	80	80
N6	89	75	77,5	80	82,5	85	90	90	95	100	100
N7	103	90	92,5	95	100	105	105	105	105	105	105



IEC 224/12

Figure 4 – Standard audiograms for the flat and moderately sloping group

Table 3 – Standard audiograms for the steep sloping group

No	HL	0,25 kHz	0,375 kHz	0,5 kHz	0,75 kHz	1 kHz	1,5 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz
S1	23	10	10	10	10	10	10	15	30	55	70
S2	49	20	20	20	22,5	25	35	55	75	95	95
S3	63	30	30	35	47,5	60	70	75	80	80	85

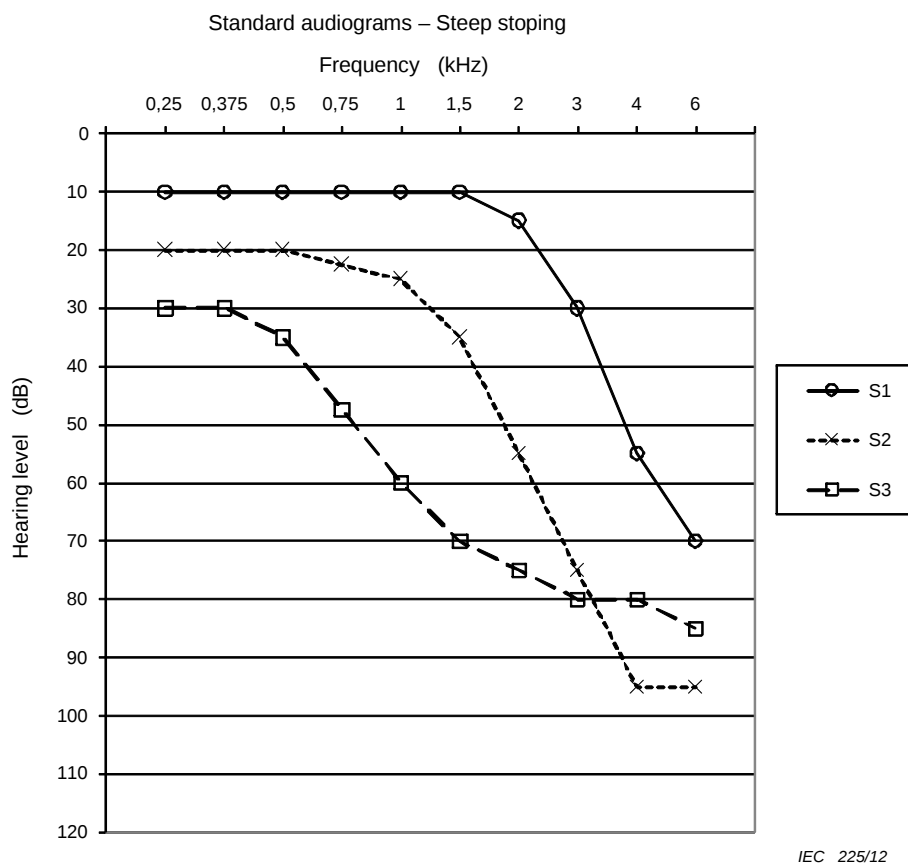


Figure 5 – Standard audiograms for the steep sloping group

8 Measurements and analysis

8.1 Measurements

8.1.1 General

Sixty seconds of the ISTS test signal as specified in 6.2 shall be used for the measurements. The first 15 s are used to stabilize the hearing aid. The manufacturer may specify a longer stabilization time, if needed, by adding multiples of the full signal, but the measurement time (45 s) is fixed, i.e. the time signal which is analysed, is fixed.

Measurements shall be made for the one-third-octave bands with nominal centre frequencies from 250 Hz to 6,3 kHz. The input signal is the speech like test signal as specified in 6.2 corresponding to the level of normal speech with a sound pressure level of 65 dB. Measurements shall also be made for loud speech using the same signal as in 6.2 but amplified to a sound pressure level of 80 dB.

Optionally, measurements may also be made for soft speech using the same signal as in 6.2 but to a sound pressure level 55 dB. However, care shall be taken as this low level may conflict with the noise floor of the measurement system.

In addition to the above specified sound levels also other levels may be used by attenuation or amplification of the same signal as in 6.2, taking into account the requirements of accuracy.

NOTE The ISTS test signal of 6.2 is carried out to represent speech at a normal conversational level of 65 dB (at 1 m distance). When amplifying the test signal to 80 dB or attenuating to 55 dB, the test signal will not correspond to all characteristics of loud or soft speech due to different vocal effort. However, it is assumed that amplification or attenuation will be sufficient to characterise hearing aids for different levels of speech.

8.1.2 Estimated insertion gain (EIG)

The estimated insertion gain is measured as follows.

- a) Equalize the test box at the hearing aid input in the bandwidth 200 Hz to 8 kHz.
- b) Using the unshaped ISTS, set the overall sound pressure level at the hearing aid input to 65 dB.
- c) Record the last 45 s of the unshaped ISTS. The hearing aid should be switched off or removed. This recording of the input signal will remain the same for repeated measurements and can be reused.
- d) Without changing the test system level settings, shape the ISTS as described in 6.2.2 and make it the input signal to the hearing aid.
- e) Record the last 45 s of the output signal of the hearing aid in the OES or 2 cm³ coupler for analysis.
- f) Repeat this test with the overall sound pressure level in step b) set to 80 dB. Optionally also for 55 dB.

8.1.3 Coupler gain (optional for 2 cm³ coupler)

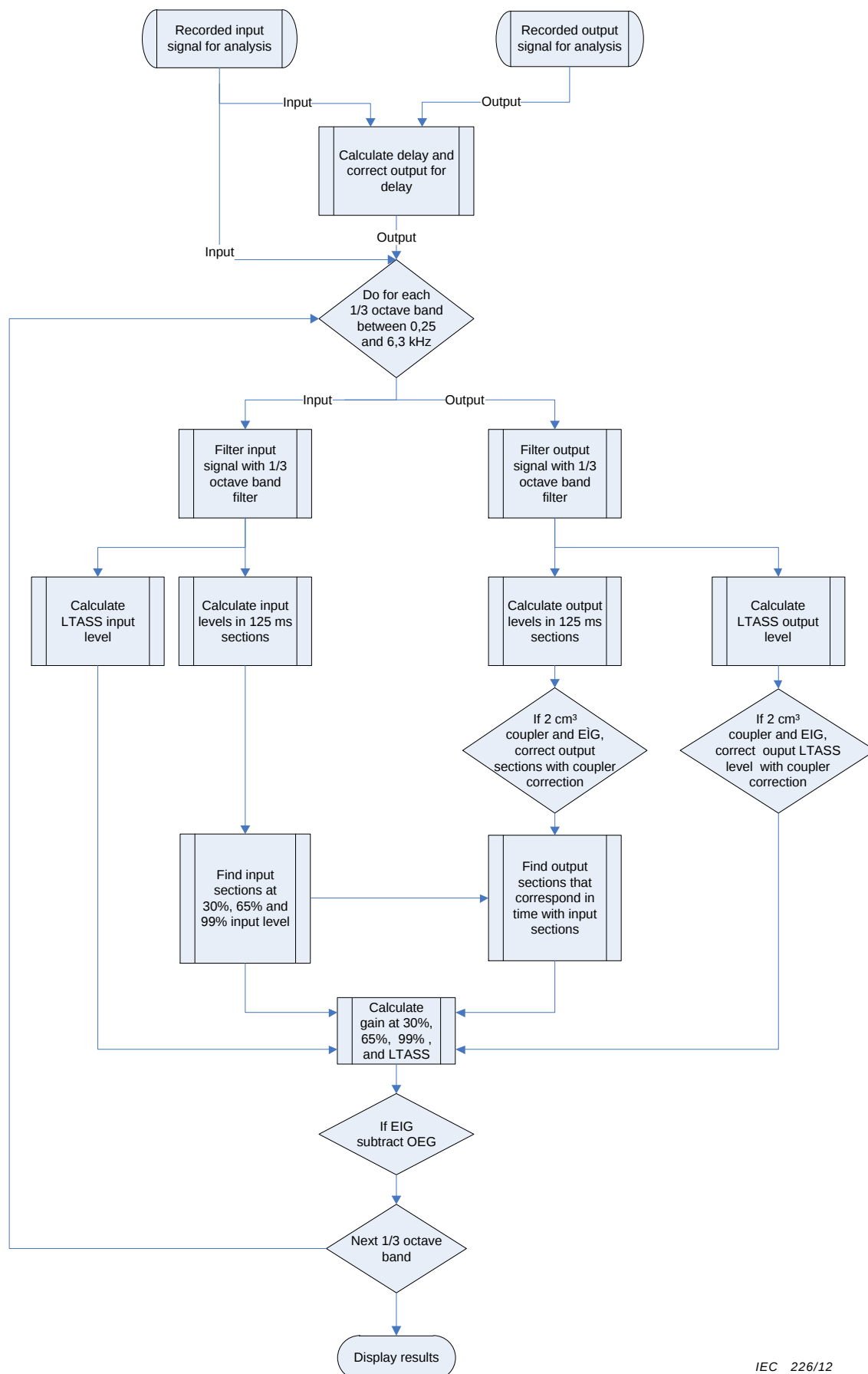
The coupler gain for a 2 cm³ coupler is measured as follows:

- a) Equalize the test box at the hearing aid input in the bandwidth 200 Hz to 8 kHz.
- b) Using the unshaped ISTS, set the overall sound pressure level at the hearing aid input to 65 dB.
- c) Record the last 45 s of the input signal. The hearing aid should be switched off or removed. This recording of the input signal will remain the same for repeated measurements and can be reused.
- d) Record the last 45 s of the output signal of the hearing aid in the 2 cm³ coupler for analysis.
- e) Repeat this test with the overall sound pressure level in step b) set to 80 dB. Optionally also for 55 dB.

8.2 Analysis

8.2.1 General

The recorded input signal and hearing aid output signal measured in 8.1.2 and 8.1.3 are analysed to provide the EIG or the coupler gain for the LTASS and the 30th, 65th and 99th percentiles of the test signal. An overview of the analysis method is given in Figure 6.



IEC 226/12

NOTE The coupler correction is given in Table 4.

Figure 6 – Overview of analysis

8.2.2 Compensating for hearing aid processing delay

Due to a processing delay of digital hearing aids the recorded input and output signals may need to be time aligned before analysis. I.e. the output is time aligned to the input signal. Time alignment will be required when the processing delay is 10 ms or more. For LTASS determination no time alignment is needed. The suggested method to determine the delay is based upon a broad-band cross correlation method.

For reproduction purposes, the time alignment used, i.e. how much the output is shifted, shall be specified, and should be accurate within 10 ms. It is important that the time shift specified represents only the hearing aid, and not the measurement system used. Based upon Figure 7 the amount of time which the hearing aid output signal $y(t)$ has to be shifted is represented. τ_{shift} represents the time at which the absolute value of the cross correlation has its maximum.

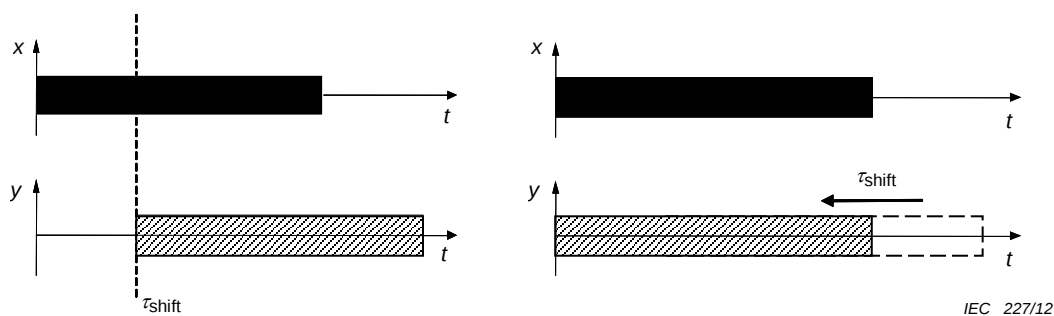


Figure 7 – Time alignment of output signal (y) relative to the input signal (x)

8.2.3 Correction for use of 2 cm³ coupler for EIG determination

To determine the EIG, the measured output sound pressure level in the 2 cm³ coupler shall be corrected to a simulated eardrum sound pressure level by adding the values in Table 4 to the sound pressure levels as measured in the 2 cm³ coupler. Table 4 shows the recommended correction values that will apply for both HA-1 and HA-2 couplers as a function of the one-third-octave band centre frequency. The correction values are from [4].

Table 4 – Recommended coupler correction values when using the 2 cm³ coupler

Frequency in kHz	0,25	0,315	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,30
Coupler correction in dB	4	4	4	4,2	4,3	4,5	5,2	6,1	6,6	8	9,3	10,5	12,2	13,6	14,7

8.2.4 Calculation of the estimated insertion gain for the LTASS of the ISTS (LTASS EIG)

The estimated insertion gain for the LTASS of the ISTS is calculated as follows:

- a) In each one-third-octave band, determine the LTASS for the last 45 s of the input signal recorded in 8.1.2 c).
- b) In each one-third-octave band, determine the sound pressure level for the last 45 s of the output signal recorded in 8.1.2 e). If this output was recorded in a 2 cm³ coupler, add the coupler correction values as described in 8.2.3.
- c) In each one-third-octave band, subtract the input sound pressure level determined in a) from the output sound pressure level determined in b).

- d) In each one-third-octave band, calculate the LTASS EIG by subtracting the manikin unoccluded ear gain (IEC 60118-8:2005, Annex B) for that band from the gain determined in c).

8.2.5 Calculation of the coupler gain for the LTASS of the ISTS (LTASS coupler gain) (optional)

The coupler gain for the LTASS of the ISTS is calculated as follows.

- In each one-third-octave band, determine the LTASS for the last 45 s of the input signal recorded in 8.1.3 c).
- In each one-third-octave band, determine the sound pressure level for the last 45 s of the output signal recorded in 8.1.3 d).
- In each one-third-octave band, calculate the LTASS coupler gain by subtracting the input sound pressure level determined in a) from the output sound pressure level determined in b).

8.2.6 Sectioning of recorded signals for percentile calculations

In each one-third-octave band, the sound pressure level of the test signal recorded in 8.1.2 c) or 8.1.3 c) and the output signal recorded in 8.1.2 e) or 8.1.3 d) is determined for $125 \text{ ms} \pm 3 \text{ ms}$ time sections every $62,5 \text{ ms} \pm 2 \text{ ms}$ for the last 45 s of the signals as shown in Figure 8.

In each one-third-octave band, the level distribution of the test signal is calculated using all time sections that fall fully in the last 45 s of the test signal. From this distribution the 30th, 65th and 99th percentile sound pressure levels of the test signal are determined.

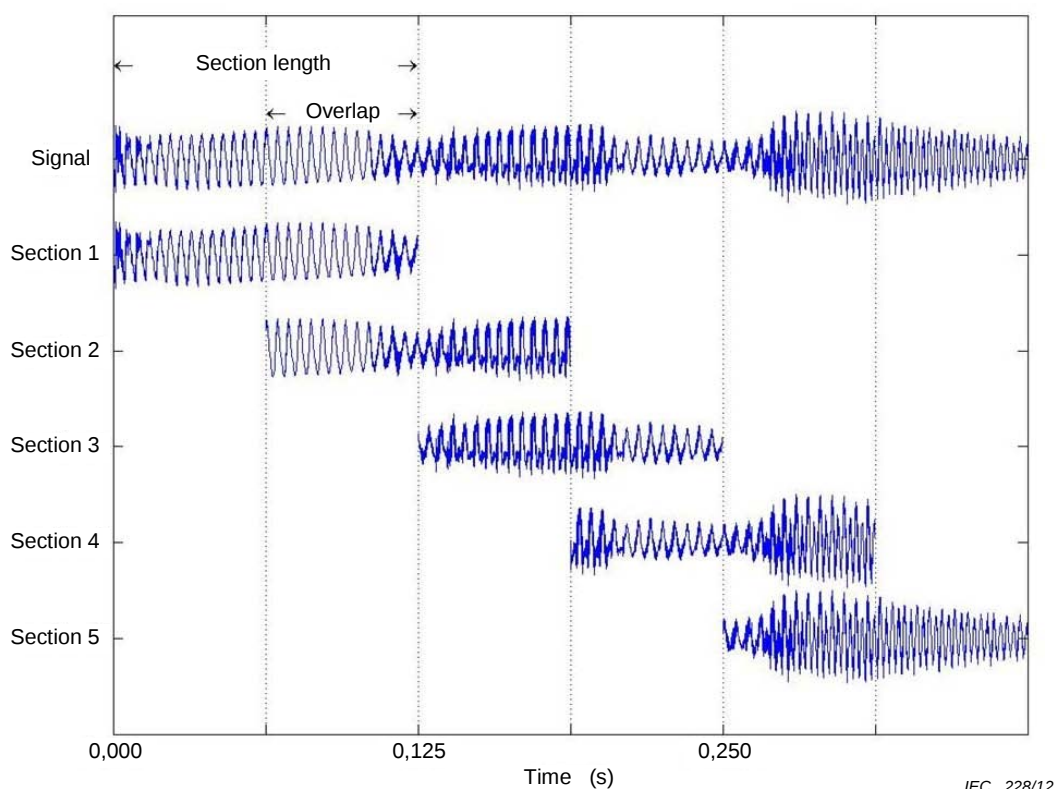


Figure 8 – Sectioning of recorded signals

8.2.7 Calculation of the EIG for the 30th, 65th and 99th percentiles of the ISTS (percentile EIG)

The estimated insertion gain for the 30th, 65th and 99th percentiles of the ISTS is calculated as follows.

- If the output signal in 8.1.2 e) was recorded in a 2 cm³ coupler, all time sections of the output signal are corrected by adding the coupler correction values as described in 8.2.3.
- In each one-third-octave band of the input signal recorded in 8.1.2 c), identify the time sections having a sound pressure level within ± 3 dB of the 30th percentile sound pressure level of the input signal.
- For each time section identified in b), identify the corresponding time section in the corresponding one-third-octave band of the output signal of 8.1.2 e) or 8.2.7 a) as appropriate.
- For each time section identified in b), subtract the one-third-octave band sound pressure level of the input signal from the band level of the corresponding output signal as identified in c).
- In each one-third-octave band, average the results of d) across all of the time sections identified in b).

NOTE The results will be averaged on the gain in decibels. Averaging the gain in decibels (instead of linear quantities) is considered to be the preferred method when related to estimated insertion gain or coupler gain measures that generally will be compared to the audiogram.

- In each one-third-octave band, calculate the EIG by subtracting the manikin unoccluded ear gain (IEC 60118-8:2005, Annex B) for that band from the result obtained from e).
- Repeat steps b) to f) for the 65th and 99th percentiles.

See the graphical description in Figure 9.

8.2.8 Calculation of the coupler gain for the 30th, 65th and 99th percentiles of the ISTS (Percentile coupler gain) (optional)

The coupler gain for the 30th, 65th and 99th percentiles of the ISTS is calculated as follows.

- In each one-third-octave band of the input signal recorded in 8.1.3 c), identify the time sections having a sound pressure level within ± 3 dB of the 30th percentile sound pressure level of the input signal.
- For each time section identified in a), identify the corresponding time section in the corresponding one-third-octave band of the output signal recorded in 8.1.3 d).
- For each time section identified in a), subtract the one-third-octave band sound pressure level of the test signal from the band sound pressure level of the corresponding output signal as identified in b).
- In each one-third-octave band, average the results of c) across all of the time sections identified in a) to obtain the coupler gain for the 30th percentile.

NOTE The results will be averaged on the gain in decibels. Averaging the gain in decibels (instead of linear quantities) is considered to be the preferred method when related to estimated insertion gain or coupler gain measures that generally will be compared to the audiogram.

- Repeat steps a) to d) for the 65th and 99th percentiles.

See the graphical description in Figure 9.

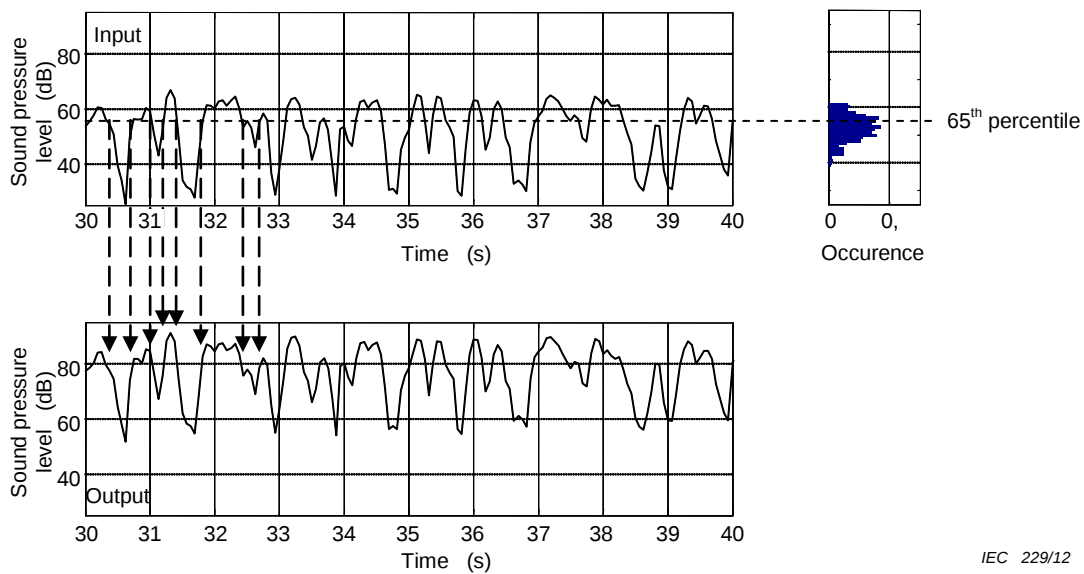


Figure 9 – Illustration of the method for obtaining "time aligned gain" for the 65th percentile

In the upper panel, identify the time sections of the input within ± 3 dB of the 65th percentile and relate these to the corresponding time sections in the output signal in the lower panel. For each identified time section calculate the gain by taking the difference between the output and input level.

9 Data presentation

9.1 LTASS gain (LTASS EIG or LTASS coupler gain)

The LTASS gain measured at input signal levels of 65 dB and 80 dB are to be presented in one graph. The 55 dB level is optional and shown only when measured. Only data points are shown that represent a valid measurement (e.g. not influenced by ambient noise). See the example in Figure 10 showing the LTASS gain measured using the 55 dB, 65 dB and 80 dB sound pressure input levels.

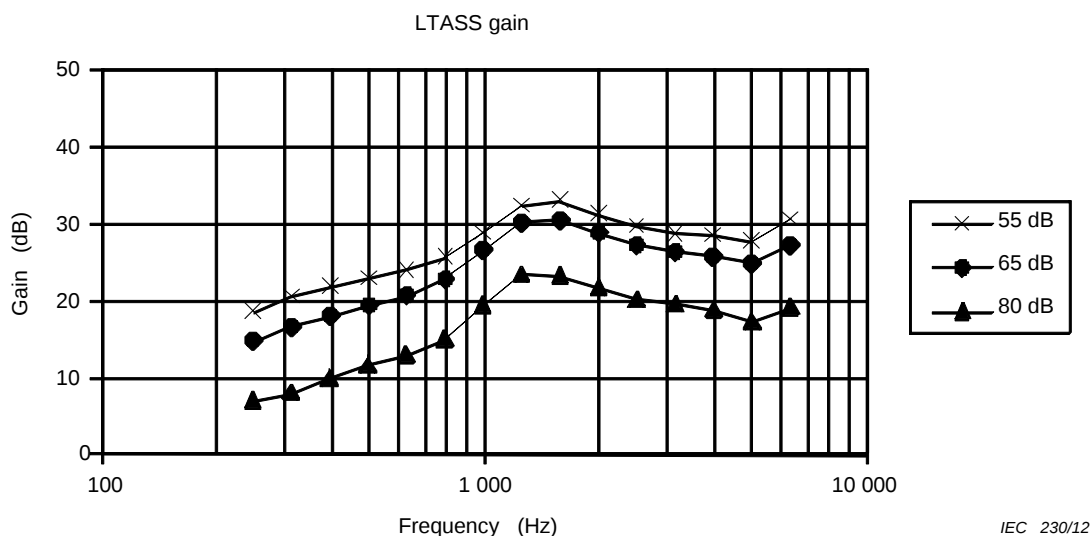


Figure 10 – LTASS gain at 3 input sound pressure levels

For comparison purposes to demonstrate compression, the LTASS gain for the sound pressure input levels of 55 dB and 80 dB are presented relative to the 65 dB input sound pressure level. See example in Figure 11.

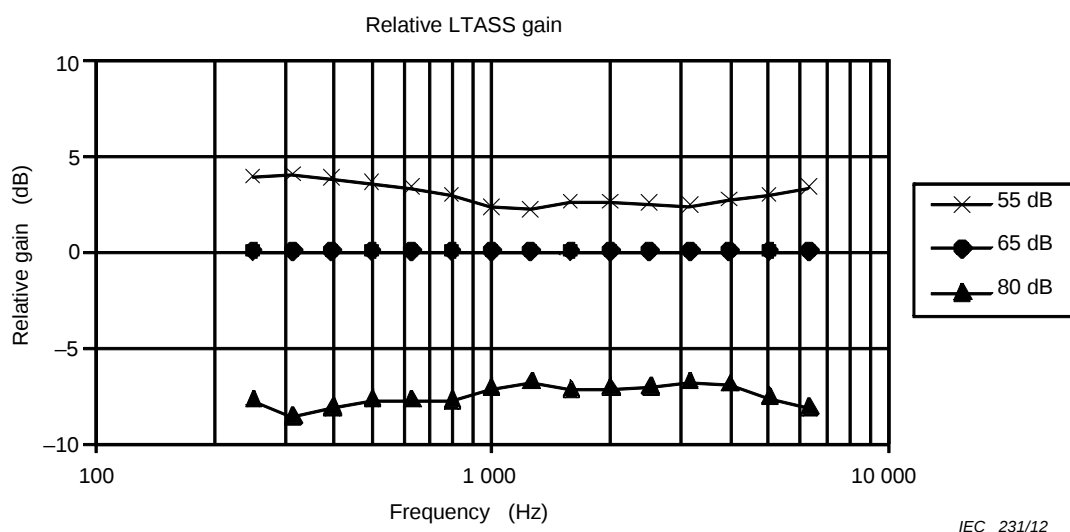


Figure 11 – LTASS gain at 3 input levels relative the LTASS gain at 65 dB input sound pressure level

9.2 Percentile gain (percentile EIG or percentile coupler gain)

The percentile gains measured for the 30th, 65th and 99th percentiles are to be presented in one graph. Only data points are shown that represent a valid measurement (e.g. not influenced by ambient noise). A separate graph is applied for each input sound pressure level. For reference the LTASS gain can also be included. See example in Figure 12 showing the percentile gain measured using the ISTS input signal at a level of 65 dB sound pressure level.

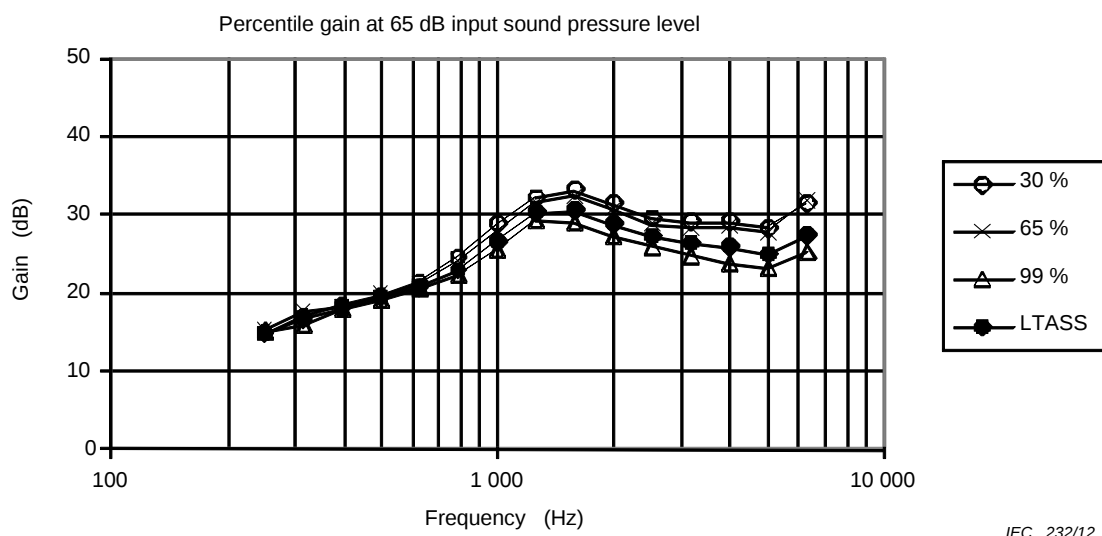


Figure 12 – Percentile gain for 3 percentiles and corresponding LTASS gain

For comparison purposes to demonstrate compression, the percentile gain for the 30th, 65th and 99th percentiles of the input signal are presented relative to the LTASS gain. See example in Figure 13.

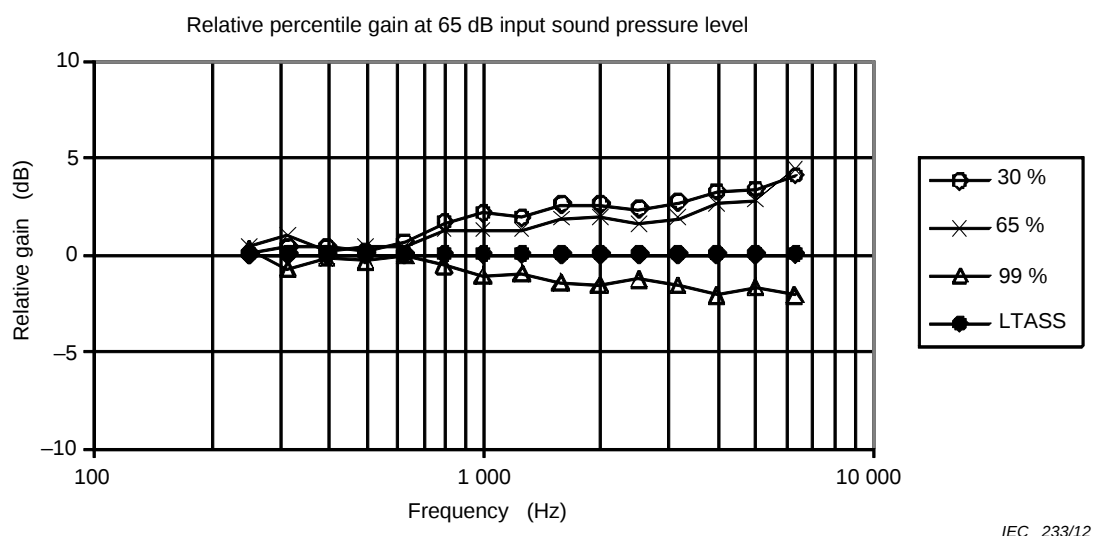


Figure 13 – Percentile gain for 3 percentiles relative to LTASS gain

9.3 Interpretation of gain views

9.3.1 LTASS gain view

The most important gain view is the LTASS gain for 65 dB sound pressure level, showing the speech gain for normal levels of speech communication. The LTASS gain at 80 dB will show the speech gain at loud level. The LTASS gain at 55 dB (optional) will show the gain for a soft level.

In most hearing aid fitting approaches the gain for soft speech will be programmed to provide more gain when compared to normal or loud levels, so as to render soft speech better audible for persons that have a hearing loss. The amount of extra gain may vary for the different analysis bands. The gain for loud speech will mostly be programmed to provide less gain when compared to normal or soft levels, to keep the amplified speech comfortable and/or to prevent excess output sound levels that may damage hearing. The extent of reduced gain may vary for the different analysis bands.

A compressing hearing aid will show different LTASS gain levels for different input levels. The larger the compression ratio the larger the spread of LTASS gain will become. When the time constants (attack and/or release) of the hearing aid under test are longer than the stabilizing time, the measurement method may not be able to show correctly the effect of this slow compression. In that situation the test signal should be repeated until the compressor has been stabilized.

A hearing aid with linear gain will show identical LTASS gain at all speech levels.

9.3.2 Percentile gain view

The percentile gain view will show the amplification for the internal structure of speech. Parts of the recordings will contain very soft levels as during speech gaps and breathing. The quietest speech elements are assumed to be represented by the 30th percentile sound level and elements that are very loud or near peak level by the 99th percentile sound level. The 65th percentile sound pressure level will relate close to the median level of speech elements. Note that for extreme soft levels (e.g. below the 15th percentile) the sounds relate most to background noises and to noises related to speech production (e.g. breathing). For this reason the mid-point of the speech energy segments has been chosen to be represented by the 65th percentile.

Percentile gain and LTASS gain views are complementary and are both necessary to fully characterise speech amplification for a hearing aid. The LTASS view at the 65 dB sound

pressure level is used as reference in both views in order to allow comparison between the views.

A compressing hearing aid with fast time constants (attack and/or release) will show different percentile gain for all 3 percentile levels. The larger the compression ratio the larger the gain spread will become. For shorter (faster) time constants more spread in gain for the different percentiles will be found. This means that the internal structure of the speech has changed and that soft and loud parts of the speech fine structure will have been amplified differently.

When time constants are much longer (slow) compared to the analysing window of 125 ms, the percentile gain will show no or small differences for the different percentiles. In this case the soft and loud parts of the speech fine structure have been amplified with similar gain.

A hearing aid with linear gain will show identical percentile gains for all different percentiles.

9.4 Mandatory data

With the presentation of the measurement results the following data shall be supplied or referred to:

- a) type of measurement being estimated insertion gain (preferred) or coupler gain, see 5.1;
- b) specification of instrument type, fitting software, audiogram (reference to standard audiogram or specification of actual used audiogram data) and all additional parameters;
- c) specification of vent setting, if different from closed, and microphone directionality, if different from omni-directional, shall be specified, see 7.2.2 and 7.2.3;
- d) specification of type of coupler, see 6.3;
- e) when applying the estimated insertion gain type of measurement a reference or specification is given for the applied free-field to hearing-aid-microphone transformation correction, see for instance reference IEC 60118-8:2005, Annex A;
- f) when measuring the percentile gain a statement on the verification of the hearing aid processing delay is given. When the delay is 10 ms or more, the applied time alignment is given, see 8.2.2;
- g) statement on the verification of levels of noise to be 10 dB below measurement levels for all data points that are presented. If not verified for some data points, these points should be removed to fulfil the validity of all presented data.

Annex A (informative)

International speech test signal (ISTS)

A.1 Overall specification of ISTS

The international speech test signal ISTS has been developed based on the following design specifications.

- The speech test signal shall resemble normal speech but shall be non-intelligible.
- The speech test signal shall be based on six different languages including Arabic, English, Mandarin and Spanish, as belonging to the most spoken languages, and complemented with French and German.
- The speech test signal shall represent female speech, because its parameters are in between male and children voices and is being used in most existing speech tests.
- The speech test signal shall have a bandwidth of 100 Hz to 16 kHz.
- The speech test signal shall replicate the international female long term average speech spectrum (ILTASS) specified in [2]. Deviations shall be less than 1 dB.
- The speech test signal level shall correspond to an overall sound pressure level of 65 dB. This level shall be measured within a bandwidth of 200 Hz to 5 kHz.
- The level difference between the 30th and the 99th percentile of the frequency dependent level measured in one-third-octave bands shall be comparable to running speech and shall be comparable to the values that can be derived from [5] and [2].
- The speech test signal shall include components that simulate both voiced and voiceless elements of speech. Voiced elements shall have a harmonic structure and a fundamental frequency value that is appropriate for female speech.
- The speech test signal shall have a modulation spectrum comparable to normal speech with a maximum at around 4 Hz when measuring in one-third-octave bands.
- The speech test signal shall simulate natural short term (125 ms sections) spectral variations of speech, originating e.g., from formant transitions.
- The speech test signal shall have a co-modulation pattern of real speech. The co-modulation pattern is derived when correlating the envelopes in different one-third-octave bands.
- The speech test signal shall contain normal (but short) pauses of normal running speech.
- The speech test signal shall have a duration of 60 s.

The ISTS is freely available from the website of European Hearing Instrument Manufacturers Association, EHIMA: <www.EHIMA.com>.

A.2 Design of the ISTS

A.2.1 Speech recordings

21 female speakers in six different mother tongues (American English, Arabic, Mandarin, French, German and Spanish) were reading the story “The north wind and the sun” [6] several times using natural articulation. The recordings were done with a Neumann KM184 directional microphone and sampled with a sampling frequency of 44,1 kHz and a resolution of 24 bit in a modified office space (reverberation time of 0,5 s at 500 Hz).

For each language, one recording of one speaker was selected. Selection criteria were the regional provenance of the speakers, the voice quality (e.g. croakiness) and the median fundamental frequency. The recorded speech material was filtered to the International long term average speech spectrum of female speech between 100 Hz and 16 kHz according to [2] so as to optimize the homogeneity of the speech material. In addition, the distribution of the speech duration between longer speech pauses (above 100 ms) was compiled and a probability function was fitted to this distribution as needed for the mixing of the recordings. In this distribution function the duration of the speech pauses was limited to 650 ms.

A.2.2 Segmentation of recordings

The recordings were fractionized in segments using an automatic procedure: Initial segments with a duration of 500 ms were taken from the recordings. From these 500 ms segments, the power was analysed in 10 ms-intervals for the last 400 ms. From that the 10 ms-interval with the lowest power was selected. Within that interval the lowest absolute value was picked.

The resulting segment then contained the recording from the start of the initial 500 ms segment until this lowest absolute value. The next 500 ms segment started directly after this lowest absolute value. This automatic segmentation had to be modified by hand to avoid cutting points within vowels and associated phonemes as much as possible. The resulting segments had a duration between 100 ms and 600 ms.

Speech pauses with a duration of more than 100 ms were kept within the same segment as the previous speech utterance to ensure their natural position. These segments including long pauses as well as the following “begin-segments” were marked.

A.2.3 Mixture of segments

The segments were attached to each other in random order to generate sections with a duration of 10 s and 15 s. During this procedure, the segments were modified with a Hanning window with a shoulder of 1 ms on each end to avoid audible artefacts. In addition, the language was changed from segment to segment and each language was selected once within six consecutive segments.

Each segment was used once within a 10 s or 15 s section. In order to minimize the difference of the fundamental frequency between successive segments, the fundamental frequency was analysed within the first and the last 50 ms of each segment. When two voiced segments were attached to each other, only changes of the fundamental frequency up to 10 Hz were allowed. If this criterion was violated, another segment was selected. The combination of a voiced and an unvoiced as well as two unvoiced articulations were always possible.

Those segments with pause durations of more than 100 ms were selected when the speech duration was exceeding a value calculated based on the probability distribution described above. This limitation guarantees a natural distance between the speech pauses. After each speech pause, a “begin-segment” was selected from a different language. At the end of each 10 s and 15 s section, a segment including a speech pause was selected and limited to the necessary duration of each section. All generated sections were filtered again to the international female spectrum described in [2].

The ISTS with a duration of 60 s was composed from the 10 s and 15 s sections. Other durations in steps of 5 ms (without 5 ms and 55 ms) are possible. For hearing aid measurements, a duration of 15 s should be used to allow the signal processing algorithms to adjust to the signal. Thereafter, a measurement duration of 45 s should be used. To allow for a rough estimation of the measurement results, it should be possible to limit the measurement duration to 10 s.

A.3 Analysis of the ISTS

The ISTS composed by the procedure as described above was analysed with respect to different criteria and compared to the original recordings. It was shown that the ISTS agrees to natural speech in all relevant criteria. The most important results for the ISTS are summarized below.

- Long-term spectra: The long-term spectra of the ISTS as well as the 10 s and 15 s sections deviate by less than 1 dB from the international long-term female speech spectrum of [2].
- Short-time spectra: The short-time spectrum of the ISTS shows steps in the fundamental frequency at several degrees as can be observed also in the original recordings for the different languages.
- Fundamental frequency: The median of the fundamental frequency of the ISTS is 196 Hz, compared to a median of 203 Hz for the speakers in the original recordings. This is regarded as sufficiently similar. The standard deviation is 44 Hz for the ISTS which is the same as for the original recordings.
- Modulation spectra: The modulation spectra of the ISTS as well as for the original recordings filtered in one-third-octave bands show a maximum in the range of 2 Hz to 8 Hz. Systematic deviations were not observed.
- Comodulation analysis: The comodulations were analysed by correlating the envelopes of the signal filtered in one-third-octave bands. The strength of the cross correlation is reduced with increasing distance between the one-third-octave bands. This applies for the ISTS as well as for the original recordings.
- Pause duration: The distributions of the speech pauses and their duration correspond to the original recordings. However, the shorter duration of the ISTS results in a slight more unevenly spreading compared to the original recordings. The ratio of pause duration versus signal duration is 1 to 6.
- Percentile distribution: The signals were filtered in one-third-octave bands and the levels were calculated in 125 ms windows (50 % overlap). From this level distribution at each band, see Figure A.1, the levels of the 99th, 65th and the 30th percentiles were calculated, see Figure 3. The differences between the 99th and 30th percentiles are between 20 dB and 30 dB. This corresponds to the original recordings for 6 languages from which the ISTS has been composed.

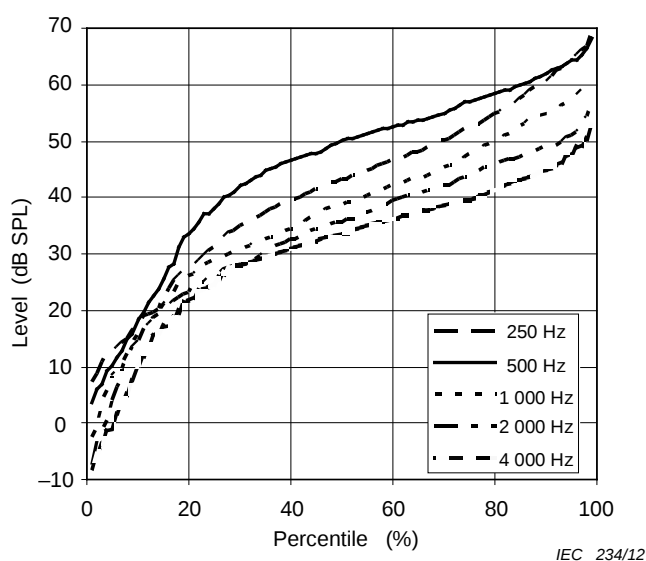


Figure A.1 – ISTS level distributions for five third-octave bands as measured from 50 % overlapping 125 ms sections of the ISTS

- Fraction of voiceless fragments: The fraction of voiceless fragments is 44 % for the ISTS and is therefore slightly above the average value of 35 % for the original speech recordings.
- Instantaneous amplitude distribution: The distribution of the instantaneous amplitudes of the ISTS is very similar to that of the original speech recordings.
- Crest-factor: The crest-factor of the ISTS has a value of 17, very similar to the value of 18 for the original speech recordings.

For a more detailed description of design and analysis the reader is referred to [1].

Bibliography

- [1] Holube, I., Fredelake, S., Vlaming M., and Kollmeier B. *Development and Analysis of an International Speech Test Signal (ISTS)*, International Journal of Audiology, 49: 891–903 (2010)
- [2] Byrne, D., Dillon, H., Tran, K., Arlinger, S., Wibraham, K., Cox, R., Hagerman, B., Hetu, R., Kei, J., Lui, C., Kiessling, J. Kotby, M. N., Nasser, N. H. A., El Kholy, W. A. H., Nakanishi, Y., Oyer, H., Powell, R., Stephens, D., Meredith, R., Sirimanna, T., Tavartkiladze, G., Fronlenkov, G. I., Westerman, S., and Ludvigsen, C. *An international comparison of long-term average speech spectra*, J. Acoust. Soc. Am. 96, 2108–2120 (1994)
- [3] Bisgaard N., Vlaming M.S.M.G., and Dahlquist M. *Standard Audiograms for the IEC 60118-15 Measurement Procedure*, Trends in Amplification 14(2) 113–120 (2010)
- [4] Sachs, R.M. and Burkhard, M.D. *Earphone Pressure Response in Ears and Couplers*. Report no. 20021-2 for Knowles Electronics, Inc. (1972)
- [5] Cox, R. M., Matesich, J. S., & Moore, J. N. *Distribution of short-term rms levels in conversational speech*, Journal of the Acoustical Society of America, 84(3), 1100-1104 (1988)
- [6] *Handbook of the International Phonetic Association*, Cambridge University Press (1999)
- [7] IEC 61669, *Electroacoustics – Equipment for the measurement of real-ear acoustical characteristics of hearing aids*
- [8] American National Standard S3.22, *Specification of Hearing Aid Characteristics* (2007)
- [9] IEC 60118-0:1983, *Electroacoustics – Hearing aids – Part 0: Measurement of acoustical characteristics* (1983)
Amendment 1 (1994)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
INTRODUCTION.....	38
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives.....	39
3 Termes et définitions	40
4 Limitations.....	41
5 Montage	41
5.1 Vue générale du système	41
5.2 Gain d'insertion estimé.....	43
5.3 Gain de coupleur	45
6 Appareillage d'essai	46
6.1 Exigences acoustiques	46
6.2 Signal d'essai.....	47
6.2.1 Spécification de l'ISTS.....	47
6.2.2 Mise en forme du signal d'essai pour la détermination de l'EIG	48
6.3 Coupleur de l'écouteur et accessoires	49
6.3.1 Gain d'insertion estimé	49
6.3.2 Gain de coupleur	49
7 Conditions d'essai	49
7.1 Programmation de l'appareil de correction auditive	49
7.2 Réglages utilisateur final pour la programmation	50
7.2.1 Caractéristiques de l'appareil de correction auditive	50
7.2.2 Sélection de l'événement pour la programmation	50
7.2.3 Directivité	50
7.3 Audiogrammes pour un utilisateur final habituel	50
8 Mesures et analyse	52
8.1 Mesures	52
8.1.1 Généralités.....	52
8.1.2 Gain d'insertion estimé (EIG).....	53
8.1.3 Gain de coupleur (optionnel pour le coupleur de 2 cm ³)	53
8.2 Analyse	53
8.2.1 Généralités.....	53
8.2.2 Compensation du retard de traitement des appareils de correction auditive	55
8.2.3 Correction pour l'utilisation d'un coupleur de 2 cm ³ pour la détermination de l'EIG	56
8.2.4 Calcul du gain d'insertion estimé pour le LTASS de l'ISTS (EIG du LTASS).....	56
8.2.5 Calcul du gain de coupleur pour le LTASS de l'ISTS (gain de coupleur du LTASS) (optionnel).....	56
8.2.6 Découpage des signaux enregistrés pour les calculs de centiles	57
8.2.7 Calcul de l'EIG pour les 30 ^e , 65 ^e et 99 ^e centiles de l'ISTS (EIG en centiles)	57
8.2.8 Calcul du gain de coupleur pour les 30 ^e , 65 ^e et 99 ^e centiles de l'ISTS (gain de coupleur de centile) (optionnel).....	58
9 Présentation des données	59
9.1 Gain de LTASS (EIG du LTASS ou gain de coupleur du LTASS)	59

9.2	Gain de centile (EIG de centile ou gain de coupleur de centile)	60
9.3	Interprétation des représentations de gains	61
9.3.1	Représentation du gain de LTASS	61
9.3.2	Représentation du gain de centile.....	61
9.4	Données obligatoires.....	62
Annexe A (informative) Signal vocal international de test (ISTS)		63
Bibliographie.....		67
Figure 1 – Montage de mesure pour le gain d'insertion estimé		44
Figure 2 – Montage de mesure pour le gain de coupleur		46
Figure 3 – 30 ^e , 65 ^e , 99 ^e centiles de l'ISTS et niveaux de pression acoustique du LTASS en dB en fonction de bandes d'un tiers d'octave		48
Figure 4 – Audiogrammes normalisés pour le groupe à pente plate et modérée		51
Figure 5 – Audiogrammes normalisés pour le groupe à pente forte		52
Figure 6 – Vue générale de l'analyse		55
Figure 7 – Alignement temporel du signal de sortie (y) par rapport au signal d'entrée (x).....		56
Figure 8 – Découpage des signaux enregistrés.....		57
Figure 9 – Illustration de la méthode d'obtention du "gain aligné temporellement" pour le 65 ^e centile.....		59
Figure 10 – Gain de LTASS pour 3 niveaux de pression acoustique d'entrée		59
Figure 11 – Gain de LTASS pour 3 niveaux d'entrée par rapport au gain de LTASS au niveau de pression acoustique d'entrée de 65 dB		60
Figure 12 – Gain de centile pour 3 centiles et gain de LTASS correspondant.....		60
Figure 13 – Gain de centile pour 3 centiles par rapport au gain de LTASS		61
Figure A.1 – Distributions des niveaux de l'ISTS pour cinq bandes d'un tiers d'octave telles que mesurées à partir de sections de 125 ms de l'ISTS se chevauchant à 50 %.....		66
Tableau 1 – 30 ^e , 65 ^e , 99 ^e centiles de l'ISTS et LTASS en dB pour des bandes d'un tiers d'octave		48
Tableau 2 – Audiogrammes normalisés pour le groupe à pente plate et modérée		51
Tableau 3 – Audiogrammes normalisés pour le groupe à pente forte		52
Tableau 4 – Valeurs de correction recommandées du coupleur en utilisant le coupleur de 2 cm ³		56

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLECTROACOUSTIQUE – APPAREILS DE CORRECTION AUDITIVE –

Partie 15: Méthodes de caractérisation du traitement des signaux dans les appareils de correction auditive avec un signal de type parole

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 60118-15 a été établie par le comité d'études 29 de la CEI: Electroacoustique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
29/719/CDV	29/730A/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60118, publiées sous le titre général *Electroacoustique – Appareils de correction auditive*, est disponible sur le site web de la CEI.

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.

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

INTRODUCTION

La caractérisation des appareils de correction auditive lors d'une utilisation réelle peut différer de façon significative de celle qui est déterminée conformément aux normes telles que la CEI 60118-0 et la CEI 60118-7. Ces normes utilisent des signaux d'essai qui ne sont pas du type parole, l'appareil de correction auditive étant réglé selon des réglages spécifiques qui ne sont, en général, pas comparables aux réglages utilisateurs habituels.

La présente norme décrit un signal d'essai de type parole recommandé, le signal vocal international de test (ISTS, *International Speech Test Signal*), et une méthode de caractérisation d'appareils de correction auditive utilisant ce signal, l'appareil de correction auditive étant réglé selon des réglages d'utilisateur réel ou selon les réglages recommandés par les fabricants pour l'un parmi toute une série d'audiogrammes. Pour les besoins de la présente norme, on considère que l'appareil de correction auditive est une combinaison de l'appareil de correction auditive physique et du logiciel d'adaptation qui l'accompagne.

ÉLECTROACOUSTIQUE – APPAREILS DE CORRECTION AUDITIVE –

Partie 15: Méthodes de caractérisation du traitement des signaux dans les appareils de correction auditive avec un signal de type parole

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60118 spécifie un signal d'essai conçu pour représenter la parole normale, le signal vocal international de test (ISTS), ainsi que les procédures et les exigences relatives à la mesure des caractéristiques de traitement des signaux dans les appareils de correction auditive à conduction aérienne. Les mesures sont utilisées pour obtenir le gain d'insertion estimé (EIG, *estimated insertion gain*). Pour les besoins de la caractérisation d'un appareil de correction auditive aux fins de production, de livraison et d'approvisionnements, les procédures et exigences pour obtenir le gain de coupleur à l'aide d'un coupleur de 2 cm³ tel que défini dans la CEI 60318-5 sont également spécifiées.

La procédure utilise un signal d'essai de type parole et les réglages de l'appareil de correction auditive sont ceux programmés pour un utilisateur final individuel ou ceux recommandés par le fabricant pour un utilisateur final habituel pour une gamme d'audiogrammes à pente plate, modérée ou forte, de telle façon que les caractéristiques mesurées soient comparables à celles qui peuvent être obtenues par un porteur de l'appareil avec les réglages d'un utilisateur habituel.

Le but de la présente norme est de garantir que les mêmes mesures effectuées sur un appareil de correction auditive en suivant les procédures décrites, et en utilisant l'appareillage conformément à ces exigences, donnent pratiquement les mêmes résultats.

Les mesures des caractéristiques de traitement des signaux dans les appareils de correction auditive qui appliquent des techniques de traitement non linéaire ne sont valables que pour le signal d'essai utilisé. Les mesures qui exigent un signal d'essai différent ou des conditions d'essai différentes sont en dehors du domaine d'application de la présente norme.

La conformité aux spécifications de la présente norme n'est démontrée que lorsque le résultat d'une mesure, augmenté de l'incertitude globale réelle de la mesure du laboratoire d'essai, respecte complètement les tolérances spécifiées dans la présente norme, telles qu'indiquées par les valeurs données en 6.1.

Les méthodes de mesure qui tiennent compte du couplage acoustique d'un appareil de correction auditive à l'oreille individuelle et de l'influence acoustique des variations anatomiques individuelles d'un utilisateur final sur les performances acoustiques de l'appareil de correction auditive, connues sous le nom de mesures d'oreille réelle, sont en dehors du domaine d'application de la présente norme particulière.

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 60118-7, *Electroacoustique – Appareils de correction auditive – Partie 7: Mesure des caractéristiques fonctionnelles des appareils de correction auditive aux fins d'assurance de la qualité de la production, de la livraison et des approvisionnements*

CEI 60118-8:2005, *Electroacoustique – Appareils de correction auditive – Partie 8: Méthodes de mesure des caractéristiques fonctionnelles des appareils de correction auditive dans des conditions simulées de fonctionnement in situ*

CEI 60318-4, *Electroacoustique – Simulateurs de tête et d'oreille humaines – Partie 4: Simulateur d'oreille occluse pour la mesure des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts*

CEI 60318-5, *Electroacoustique – Simulateurs de tête et d'oreille humaines – Partie 5: Coupleur de 2 cm³ pour la mesure des appareils de correction auditive et des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts*

CEI 61260, *Electroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent:

3.1

niveau de pression acoustique

tous les niveaux de pression acoustique spécifiés sont mesurés en décibels (dB), par rapport à la valeur de référence de 20 µPa

3.2

niveau de pression acoustique de centile

niveau de pression acoustique, en dB, au-dessous duquel se situe un pourcentage déterminé des niveaux de pression acoustique mesurés, mesuré dans un intervalle de temps de 125 ms, sur une période de mesure déterminée

Note 1 à l'article: A titre d'exemple: Le niveau de pression acoustique de 30^e centile est le niveau de pression acoustique au-dessous duquel on trouve 30 % des niveaux de pression acoustique mesurés, les 70 % restants des niveaux de pression acoustique mesurés étant supérieurs.

Note 2 à l'article: Le 99^e centile peut être interprété comme un indicateur du niveau de pression acoustique crête.

Note 3 à l'article: La définition du centile utilisée ici est conforme aux statistiques générales. Cette définition peut différer d'autres sciences comme l'acoustique.

3.3

signal vocal international de test

ISTS

signal d'essai de type parole tel que défini dans la présente norme

3.4

spectre vocal moyen à long terme

LTASS (long term average speech spectrum)

niveau de pression acoustique mesuré dans des bandes d'un tiers d'octave, avec une moyenne effectuée sur une période de parole de longue durée

Note 1 à l'article: Pour la présente norme, on a choisi 45 s comme durée de la période.

3.5

simulateur d'oreille occluse

OES (occluded ear simulator)

simulateur d'oreille tel que défini dans la CEI 60318-4

3.6

gain d'insertion estimé d'un appareil de correction auditive

EIG

estimation du gain d'insertion de l'oreille réelle, tel qu'il peut être obtenu pour tout un groupe de sujets

Note 1 à l'article: Cette estimation est basée sur des mesures du gain de l'appareil de correction auditive en utilisant un simulateur d'oreille occluse ou un coupleur de 2 cm³ tel que défini dans la CEI 60318-5.

3.7

gain de coupleur d'un appareil de correction auditive

gain de l'appareil de correction auditive mesuré au moyen d'un coupleur de 2 cm³ tel que défini dans la CEI 60318-5

3.8

gain de LTASS d'un appareil de correction auditive

gain d'insertion estimé ou gain de coupleur prévu pour le spectre vocal moyen à long terme du signal vocal international de test

3.9

gain de centile d'un appareil de correction auditive

gain d'insertion estimé ou gain de coupleur prévu pour un centile donné de la distribution des niveaux de pression acoustique dans une bande d'un tiers d'octave du signal vocal international de test

4 Limitations

La présente norme fournit une caractérisation technique des appareils de correction auditive et ne définit pas une procédure clinique de mesure du gain d'insertion. Toutefois, les résultats sont montrés sous forme de gain d'insertion estimé, afin d'améliorer la compréhension des résultats par rapport aux conditions in situ.

Le gain d'insertion estimé peut différer notablement des résultats in situ obtenus sur un sujet particulier, en raison de différences entre des conditions in situ et l'utilisation d'un simulateur d'oreille ou d'un coupleur ainsi que de différences anatomiques concernant la tête, le torse, le pavillon, le conduit auditif et le tympan. Il convient de prendre des précautions dans l'interprétation des résultats.

5 Montage

5.1 Vue générale du système

Le but de la méthode d'essai est de fournir une estimation du gain d'insertion tel qu'il peut être obtenu sur un groupe de sujets. Pour les besoins de la caractérisation d'un appareil de correction auditive à des fins de production, de livraison et d'approvisionnements, le gain de coupleur sur un coupleur de 2 cm³ tel que défini dans la CEI 60318-5 est également fourni.

La présente norme utilise le signal vocal international de test (ISTS) pour la mesure du gain de l'appareil de correction auditive dans des bandes d'un tiers d'octave, et introduit le concept de gain pour le spectre vocal moyen à long terme (gain de LTASS) et le concept de gain à alignement temporel pour un centile donné de la distribution du niveau de pression acoustique par bande d'un tiers d'octave de l'ISTS (gain en centiles) dans des sections de 125 ms. A l'intérieur de chaque bande, le gain de LTASS est la moyenne du gain effectuée sur toute la durée de l'essai. Dans chaque bande, le gain de centile pour un centile donné est déterminé pour chaque section de 125 ms dans la distribution de l'ISTS qui a le niveau de pression acoustique du centile donné, et une moyenne de ces gains est effectuée sur toute la durée de l'essai.

Les méthodes de la présente norme fournissent un gain d'insertion estimé (EIG) (de façon préférentielle) et un gain de coupleur de 2 cm³ (de façon optionnelle) pour le LTASS et pour les 30^e, 65^e et 99^e centiles de l'ISTS.

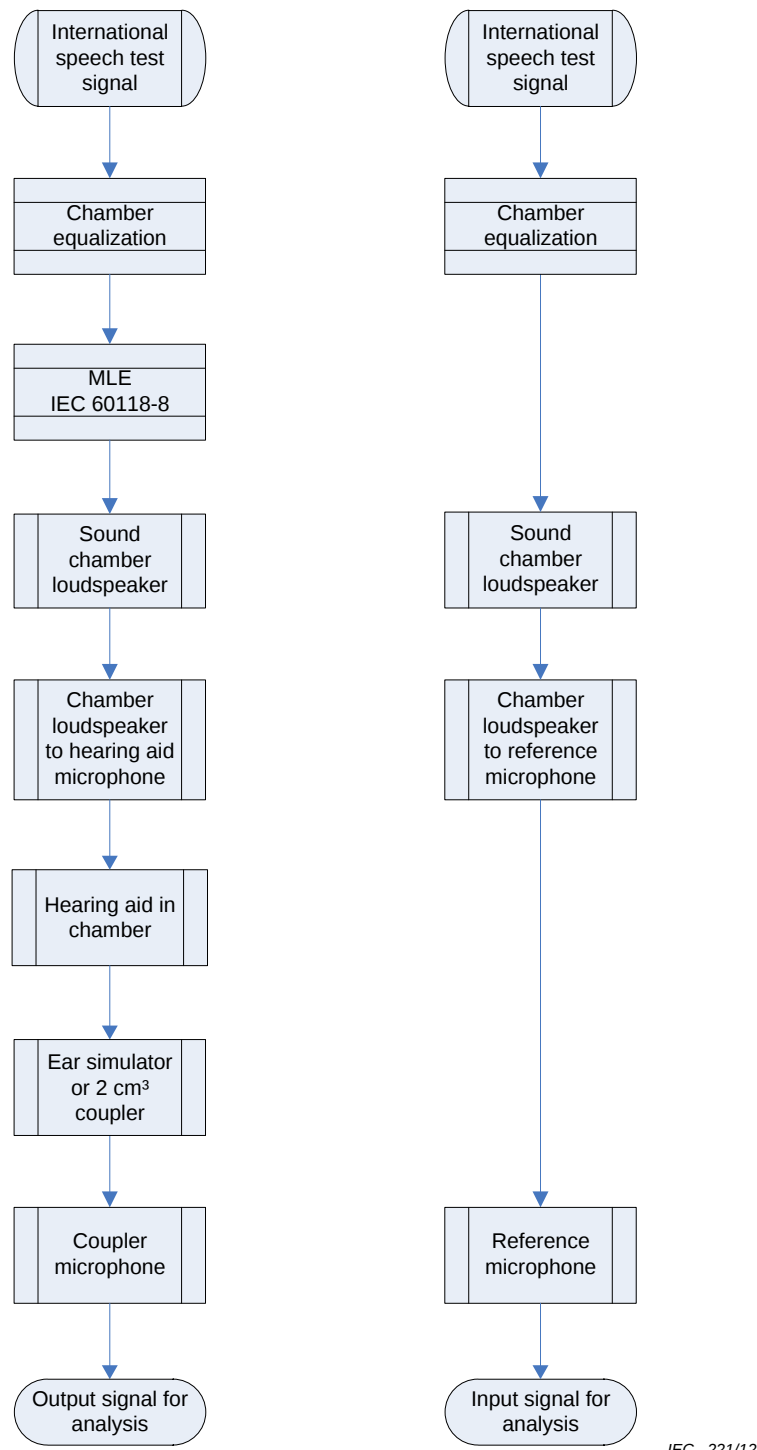
Pour la mesure de l'EIG, l'ISTS est, spectralement, mis en forme par la transformation du champ acoustique libre au signal appliqué au microphone de l'appareil de correction auditive pour le type d'appareil de correction auditive soumis aux essais. La sortie de l'appareil de correction auditive est de préférence mesurée dans un simulateur d'oreille occluse, mais elle peut être également estimée à partir du niveau de pression acoustique d'un coupleur de 2 cm³ par addition de la différence simulateur d'oreille occluse par rapport au coupleur de 2 cm³. L'EIG (calculé en tant que gain de LTASS ou en tant que gain de parole pour différents niveaux de pression acoustique de centile) est déduit en soustrayant le niveau de bande pertinent de l'ISTS et le gain pour l'oreille non occluse du mannequin (CEI 60118-8:2005, Annexe B) du niveau de bande de sortie de l'appareil de correction auditive.

Pour les mesures du gain de coupleur de 2 cm³, l'entrée de l'appareil de correction auditive est l'ISTS et sa sortie est le niveau de pression acoustique du coupleur de 2 cm³.

La Figure 1 et la Figure 2 suivantes présentent une vue générale de la méthode.

- La Figure 1 montre, pour la réponse de l'appareil de correction auditive, la procédure de mesure pour déterminer le gain d'insertion estimé en utilisant un simulateur d'oreille occluse conformément à la CEI 60318-4 ou un coupleur de 2 cm³ conformément à la CEI 60318-5 et en appliquant une transformation du champ acoustique libre au signal appliqué au microphone de l'appareil de correction auditive selon la CEI 60118-8.
- La Figure 2 montre, pour la réponse de l'appareil de correction auditive, la procédure de mesure pour déterminer le gain de coupleur en utilisant un coupleur de 2 cm³ conformément à la CEI 60318-5.

5.2 Gain d’insertion estimé



Légende

Anglais	Français
International speech test signal	Signal vocal international de test
Chamber equalization	Egalisation de la chambre
MLE IEC 60118-8	MLE de la CEI 60118-8
Sound chamber loudspeaker	Haut-parleur de la chambre acoustique
Chamber loudspeaker to hearing aid microphone	Haut-parleur de la chambre vers microphone de l'appareil de correction auditive

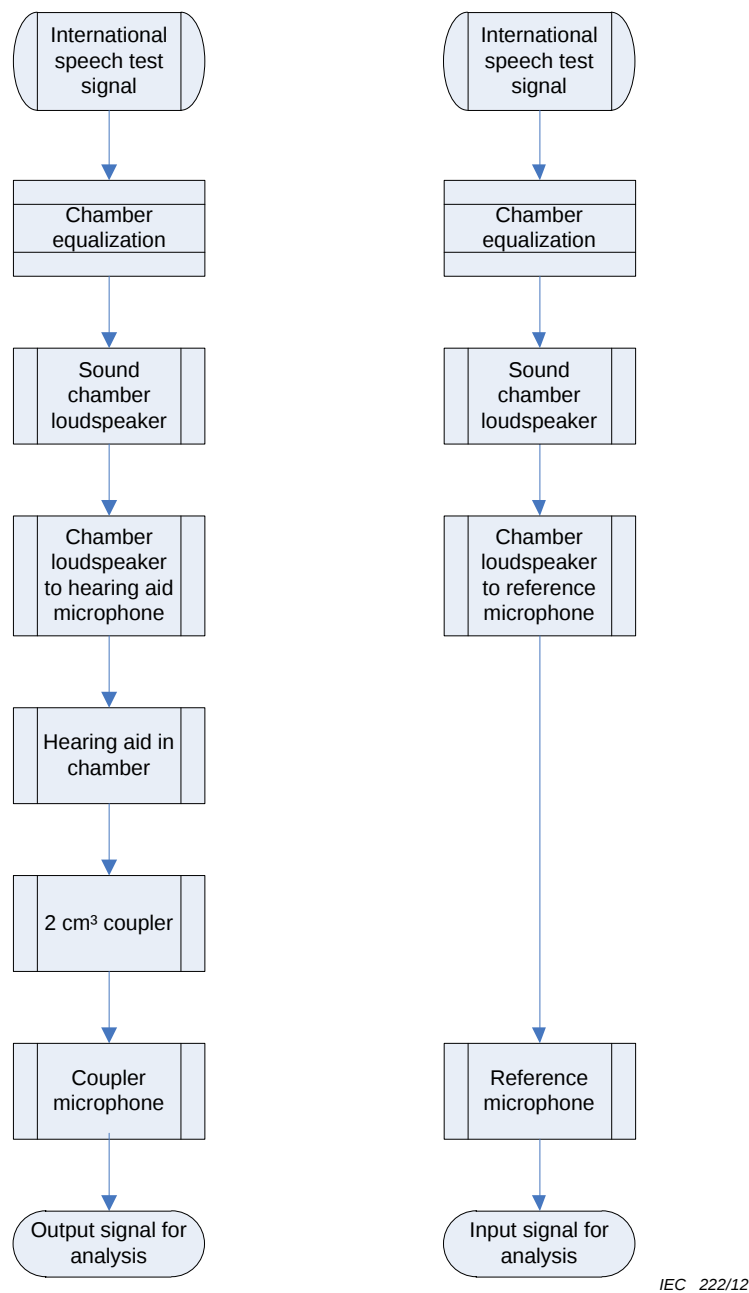
Anglais	Français
Chamber loudspeaker to reference microphone	Haut-parleur de la chambre vers microphone de référence
Hearing aid in chamber	Appareil de correction auditive dans la chambre
Ear simulator or 2 cm ³ coupler	Simulateur d'oreille ou coupleur de 2 cm ³
Coupler microphone	Microphone du coupleur
Reference microphone	Microphone de référence
Output signal for analysis	Signal de sortie pour analyse
Input signal for analysis	Signal d'entrée pour analyse

NOTE 1 Le simulateur d'oreille est en conformité avec la CEI 60318-4; le coupleur de 2 cm³ est en conformité avec la CEI 60318-5.

NOTE 2 Les blocs comportant des lignes verticales sont des parties physiques réelles du montage de mesure. Les blocs comportant des lignes horizontales sont des étapes logicielles de prétraitement et de post-traitement.

Figure 1 – Montage de mesure pour le gain d'insertion estimé

5.3 Gain de coupleur



Légende

Anglais	Français
International speech test signal	Signal vocal international de test
Chamber equalization	Egalisation de la chambre
Sound chamber loudspeaker	Haut-parleur de la chambre acoustique
Chamber loudspeaker to hearing aid microphone	Haut-parleur de la chambre vers le microphone de l'appareil de correction auditive
Chamber loudspeaker to reference microphone	Haut-parleur de la chambre vers le microphone de référence
Hearing aid in chamber	Appareil de correction auditive dans la chambre
2 cm ³ coupler	Coupleur de 2 cm ³
Coupler microphone	Microphone du coupleur

Anglais	Français
Reference microphone	Microphone de référence
Output signal for analysis	Signal de sortie pour analyse
Input signal for analysis	Signal d'entrée pour analyse

NOTE 1 Le coupleur de 2 cm³ est en conformité avec la CEI 60318-5.

NOTE 2 Les blocs comportant des lignes verticales sont des parties physiques réelles du montage de mesure. Les blocs comportant des lignes horizontales sont des étapes logicielles de prétraitement et de post-traitement.

Figure 2 – Montage de mesure pour le gain de coupleur

6 Appareillage d'essai

6.1 Exigences acoustiques

Pour les mesures acoustiques, les exigences relatives à l'appareillage d'essai, aux conditions d'essai et à l'enceinte d'essai acoustique, telles qu'indiquées dans la CEI 60118-7, doivent être suivies. En particulier, les exigences suivantes s'appliquent:

- L'enceinte d'essai utilisée doit fournir principalement des conditions de champ acoustique libre, dans le domaine de fréquences compris entre 200 Hz et 8 kHz.
- L'appareil de correction auditive doit être placé de façon à réfléchir une incidence acoustique frontale (0 degré en azimut et en élévation, comme défini dans la CEI 61669). Si cela n'est pas approprié au type de l'appareil de correction auditive, il convient d'indiquer l'incidence réelle.
- Le niveau de pression acoustique d'entrée au point de référence de l'appareil de correction auditive est maintenu constant au moyen d'un microphone de référence (méthode de pression) ou en utilisant la méthode de substitution.
- Des filtres de bandes d'un tiers d'octave avec des fréquences centrales nominales comprises entre 250 Hz et 6,3 kHz doivent être utilisés. Les filtres doivent être conformes aux exigences de classe 2 de la CEI 61260.
- Les stimuli non désirés dans l'enceinte d'essai acoustique, tels que le bruit ambiant et les vibrations mécaniques, doivent être suffisamment faibles, de façon à ne pas affecter les résultats d'essai de plus de 0,5 dB. Ceci peut être vérifié si le niveau de sortie de l'appareil de correction auditive chute d'au moins 10 dB lorsque la source du signal est éteinte.
- Le niveau de pression acoustique au point de référence de l'appareil de correction auditive doit être exact à $\pm 1,5$ dB près dans le domaine de fréquences compris entre 200 Hz et 2 kHz, et à $\pm 2,5$ dB près entre 2 kHz et 8 kHz.
- Le niveau de réponse en champ libre du microphone de référence utilisé pour mesurer le signal d'essai, considéré avec l'amplificateur et le dispositif de lecture qui lui sont associés, doit être indépendant de la fréquence à ± 1 dB près dans le domaine de fréquences compris entre 200 Hz et 5 kHz et à ± 2 dB près dans le domaine de fréquences compris entre 5 kHz et 8 kHz par rapport au niveau de réponse en champ libre à 1 kHz. L'étalonnage du niveau de réponse en pression du système du microphone de référence doit être connu par étalonnage à une fréquence comprise entre 250 Hz et 1 250 Hz, de préférence à 1 kHz. L'incertitude globale de l'étalonnage ne doit pas dépasser 1 dB.
- Le niveau de réponse en pression relatif du microphone du coupleur, considéré avec l'amplificateur et le dispositif de lecture qui lui sont associés, doit être indépendant de la fréquence à ± 1 dB près dans le domaine de fréquences compris entre 200 Hz et 5 kHz et à ± 2 dB près dans le domaine de fréquences compris entre 5 kHz et 8 kHz par rapport à l'efficacité en pression à 1 kHz. L'étalonnage du niveau de réponse en pression du système du microphone du coupleur doit être connu par étalonnage à une fréquence

comprise entre 250 Hz et 1 250 Hz, de préférence à 1 kHz. L'incertitude globale de l'étalonnage ne doit pas dépasser 1 dB.

6.2 Signal d'essai

6.2.1 Spécification de l'ISTS

Le signal vocal international de test (ISTS) doit être utilisé comme signal d'essai pour les mesures de la présente norme. Ce signal a été élaboré par l'European Hearing Instrument Manufacturers Association qui en détient les droits de reproduction. Cette organisation le met à disposition librement sous la forme d'un fichier de 16 bits ou de 24 bits de type .wav.

L'ISTS a été produit à partir d'enregistrements de locutrices en arabe, en anglais, en français, en allemand, en mandarin et en espagnol. Les enregistrements ont été découpés en segments courts et recomposés dans un ordre aléatoire. Une description de l'ISTS est donnée en Annexe A et en [1]¹. L'ISTS a les caractéristiques essentielles suivantes:

- a) La largeur de bande du signal est comprise entre 100 Hz et 16 kHz. Pour les mesures de la présente norme, seule la largeur de bande comprenant toutes les bandes d'un tiers d'octave avec des fréquences centrales nominales comprises entre 0,25 kHz et 6,3 kHz, est pertinente.
- b) Le spectre vocal moyen à long terme (LTASS) est donné au Tableau 1 et à la Figure 3. Il est le LTASS moyen pour les locutrices mentionnées en [2]. Pour la reproduction acoustique, la précision doit être à ± 3 dB près pour toutes les bandes d'un tiers d'octave avec des fréquences centrales nominales de 0,25 kHz à 6,3 kHz.
- c) Les 30^e, 65^e et 99^e centiles de la distribution du niveau de pression acoustique dans des fenêtres temporelles de 125 ms dans des bandes d'un tiers d'octave sont donnés au Tableau 1 et à la Figure 3. Pour la reproduction acoustique, la précision doit être à ± 3 dB près pour toutes les bandes d'un tiers d'octave avec des fréquences centrales nominales de 0,25 kHz à 6,3 kHz.
- d) La durée totale est de 60 s. Des durées plus longues sont possibles par multiples de 60 s en mettant bout à bout des signaux de 60 s. Les transitions de fin et de début du signal sont prévues pour s'accorder.
- e) Le niveau de pression acoustique global nominal est défini sur la bande comprise entre 200 Hz et 5 kHz. Ce niveau est de 65 dB, ce qui est considéré comme étant le niveau de parole d'une conversation normale à une distance de 1 m.

NOTE Lorsque l'ISTS est utilisé à d'autres niveaux que le niveau de pression acoustique de 65 dB, le signal ne sera pas complètement représentatif d'une voix faible ou forte réelle, puisque l'effort vocal ne correspondra pas à ces différents niveaux.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

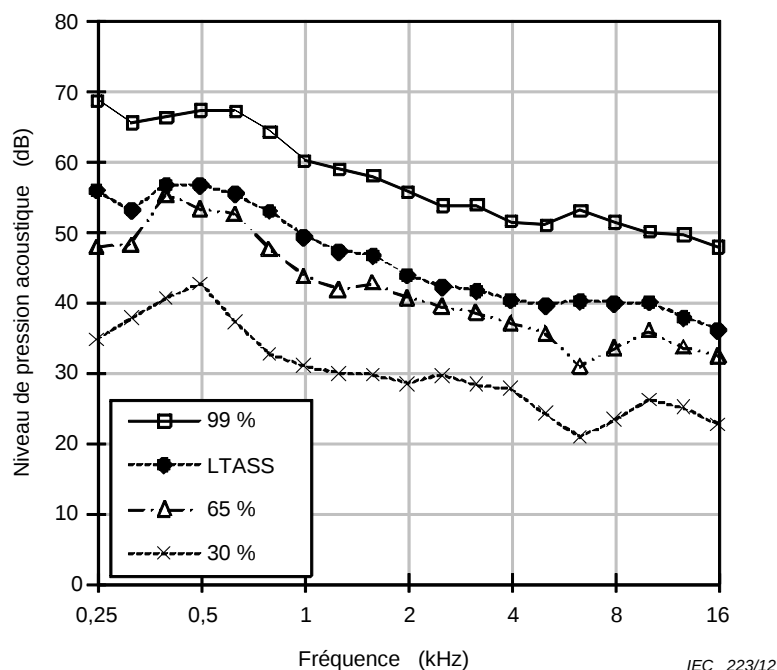


Figure 3 – 30^e, 65^e, 99^e centiles de l'ISTS et niveaux de pression acoustique du LTASS en dB en fonction de bandes d'un tiers d'octave

Tableau 1 – 30^e, 65^e, 99^e centiles de l'ISTS et LTASS en dB pour des bandes d'un tiers d'octave

SIGNAL VOCAL INTERNATIONAL DE TEST: NIVEAU DE PRESSION ACOUSTIQUE EN dB POUR DES BANDES D'UN TIERS D'OCTAVE																			
kHz	0,25	0,315	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,30	8,00	10,00	12,50	16,00
99 ^e centile	68,8	65,7	66,5	67,5	67,4	64,4	60,3	59,1	58,1	55,8	53,9	54,0	51,6	51,1	53,2	51,5	50,1	49,7	48,0
65 ^e centile	47,9	48,2	55,3	53,4	52,6	47,6	43,7	41,8	42,8	40,6	39,5	38,6	37,0	35,5	30,9	33,5	36	33,6	32,3
30 ^e centile	34,7	37,7	40,6	42,7	37,2	32,6	30,9	29,9	29,7	28,4	29,6	28,3	27,7	24,2	20,8	23,3	26,1	25,0	22,6
LTASS	55,9	53,1	56,7	56,7	55,4	53,0	49,3	47,3	46,7	43,8	42,3	41,7	40,3	39,6	40,2	39,9	40,0	37,8	36,1

6.2.2 Mise en forme du signal d'essai pour la détermination de l'EIG

Le signal acoustique d'entrée accompagnant les méthodes de mesure traditionnelles est généralement spécifié dans des conditions de champ acoustique libre. Comme décrit dans le domaine d'application, la méthode de l'EIG doit donner des résultats de mesure qui sont comparables aux résultats qui seraient obtenus lors de mesures sur un sujet. Cela signifie que lorsque l'appareil de correction auditive est placé sur un sujet, la condition de champ acoustique libre ne s'applique plus.

Pour la mesure de l'EIG, une transformation du champ acoustique libre au signal appliqué au microphone de l'appareil de correction auditive doit être appliquée au signal d'essai. Les données pour la transformation du champ acoustique libre au signal appliqué au microphone de l'appareil de correction auditive, applicables à la plupart des réalisations habituelles d'appareils de correction auditive, sont spécifiées dans la CEI 60118-8:2005, Tableau A.1. Si le signal d'essai n'est pas mis en forme conformément à ces données, les jeux de données réellement utilisés doivent être indiqués. Seules les données de transformation appropriées pour l'appareil de correction auditive réel doivent être utilisées. On notera que le niveau de

pression acoustique global spécifié du signal acoustique d'entrée doit être établi avant la mise en forme.

Pour la mesure du gain de coupleur, un signal d'entrée de champ acoustique libre est directement appliqué à l'appareil de correction auditive. Aucune transformation n'a donc à être effectuée sur le signal d'essai.

6.3 Coupleur de l'écouteur et accessoires

6.3.1 Gain d'insertion estimé

Pour la mesure de la sortie de l'appareil de correction auditive, le simulateur d'oreille occluse selon la CEI 60318-4 est le coupleur préférentiel. Le simulateur d'oreille occluse de la CEI 60318-4 fournira une impédance terminale à l'appareil de correction auditive en essai qui est comparable à une oreille réelle.

Pour la connexion de l'appareil de correction auditive au simulateur d'oreille occluse, il convient d'utiliser un adaptateur de simulateur d'oreille occluse approprié, conformément à la CEI 60318-4.

Si on n'utilise pas le simulateur d'oreille occluse, il doit être remplacé par le coupleur de 2 cm³ selon la CEI 60318-5. Le coupleur HA-1 est utilisé pour les appareils de correction auditive ITE. Le coupleur HA-2 est utilisé pour les appareils de correction auditive BTE. Le coupleur HA-1 est également utilisé pour les appareils de correction auditive BTE avec le récepteur dans le canal ou en utilisant des tubes de couplage minces.

Les résultats comparant les mesures du coupleur de 2 cm³ et de l'OES différeront les uns des autres, et, par conséquent il faudra appliquer une correction pour le coupleur de 2 cm³, voir 8.2.3. Les autres différences sont principalement dues aux différences provoquées par la charge du récepteur de l'appareil de correction auditive.

Le coupleur et l'adaptateur utilisés doivent être clairement indiqués. Le montage utilisé doit être spécifié de façon suffisamment détaillée pour une reproduction du montage de mesure complet.

6.3.2 Gain de coupleur

Dans le cas de l'option gain de coupleur, un coupleur de 2 cm³ selon la CEI 60318-5 doit être utilisé. Le coupleur HA-1 est utilisé pour les appareils de correction auditive ITE. Le coupleur HA-2 est utilisé pour les appareils de correction auditive BTE. Le coupleur HA-1 est également utilisé pour les appareils de correction auditive BTE avec le récepteur dans le canal ou en utilisant des tubes de couplage minces.

Le coupleur utilisé doit être clairement indiqué. Le montage utilisé doit être spécifié de façon suffisamment détaillée pour une reproduction du montage de mesure complet.

7 Conditions d'essai

7.1 Programmation de l'appareil de correction auditive

Les réglages de l'appareil de correction auditive sont programmés comme pour un utilisateur final individuel, de façon à caractériser les performances de l'appareil de correction auditive pour cet utilisateur final individuel.

De façon alternative, les réglages de l'appareil de correction auditive sont programmés comme pour un utilisateur final habituel avec un audiogramme sélectionné parmi toute une gamme d'audiogrammes, comme défini en 7.3, et qui se situe dans la plage d'adaptation de l'appareil de correction auditive. Toutes les informations pertinentes pour définir l'utilisateur

final habituel doivent être fournies. La programmation doit être la mieux adaptée possible pour cet utilisateur final habituel lorsqu'on utilise le logiciel fourni par le fabricant.

Il convient de fournir tous les paramètres, caractéristiques et réglages utilisateur final pertinents qui ont une influence sur la programmation lorsqu'on utilise le logiciel d'adaptation spécifié, pour une reproduction du réglage pour lequel les mesures concernant l'appareil de correction auditive ont été effectuées.

Dans l'hypothèse où, pour les besoins des mesures, un écart par rapport aux réglages utilisateur final paraît nécessaire, cet écart doit être spécifié.

7.2 Réglages utilisateur final pour la programmation

7.2.1 Caractéristiques de l'appareil de correction auditive

Il convient que tous les réglages de l'appareil de correction auditive soient des réglages ajustés à l'utilisateur final, y compris les algorithmes de réduction de bruit, les systèmes de suppression de rétroaction, l'annulation des échos, etc.

Dans certains cas, un réglage spécial de l'appareil de correction auditive peut être utilisé. De telles situations peuvent se produire lorsque le dispositif d'essai a une influence sur le fonctionnement normal de l'appareil de correction auditive. Par exemple: les réglages de l'appareil de correction auditive liés à l'évent, à la directivité, ou bien lorsque des caractéristiques ou des paramètres varient automatiquement en fonction d'un environnement acoustique. Un réglage spécial peut également être utilisé pour démontrer l'effet d'une option de réglage spécifique, par exemple liée aux caractéristiques de compression de gain, aux paramètres de réduction du bruit, aux réglages de gain maximal ou autres. Il convient de désactiver des caractéristiques comme la transposition de fréquence, qui peuvent donner des résultats de mesure difficiles à interpréter. Dans tous les cas, le ou les réglage(s) spécial/spéciaux doit(vent) être clairement spécifié(s).

7.2.2 Sélection de l'évent pour la programmation

Pour la programmation de l'appareil de correction auditive, le logiciel de programmation peut exiger de spécifier la taille de l'évent pour l'utilisateur final. Dans de tels cas, il est recommandé que la programmation de l'appareil de correction auditive soit fondée sur un événement fermé.

Lorsque l'appareil de correction auditive est programmé pour un événement ouvert, on remarquera que les mesures réelles n'auront pas d'évent. Dans le cas où un appareil de correction auditive est programmé pour un événement ouvert, les résultats des mesures peuvent ne pas correspondre complètement à l'adaptation programmée.

7.2.3 Directivité

Il convient de régler les appareils de correction auditive équipés de microphones directionnels sur le mode omnidirectionnel, si possible.

Lorsqu'il n'est pas possible de sélectionner le mode omnidirectionnel, il convient que ce soit clairement indiqué. Il convient de prendre des précautions pour l'interprétation des mesures, car celles-ci peuvent dépendre du système directionnel de l'appareil de correction auditive.

7.3 Audiogrammes pour un utilisateur final habituel

Afin de programmer l'appareil de correction auditive comme pour un utilisateur final habituel, il convient de sélectionner dans le groupe d'audiogrammes tel que défini ci-dessous un audiogramme qui se situe dans la plage d'adaptation de l'appareil de correction auditive.

Le jeu d'audiogrammes normalisés pour le groupe à pente plate et modérée est représenté dans le Tableau 2 et à la Figure 4. Le jeu d'audiogrammes normalisés pour le groupe à pente forte est représenté dans le Tableau 3 et à la Figure 5.

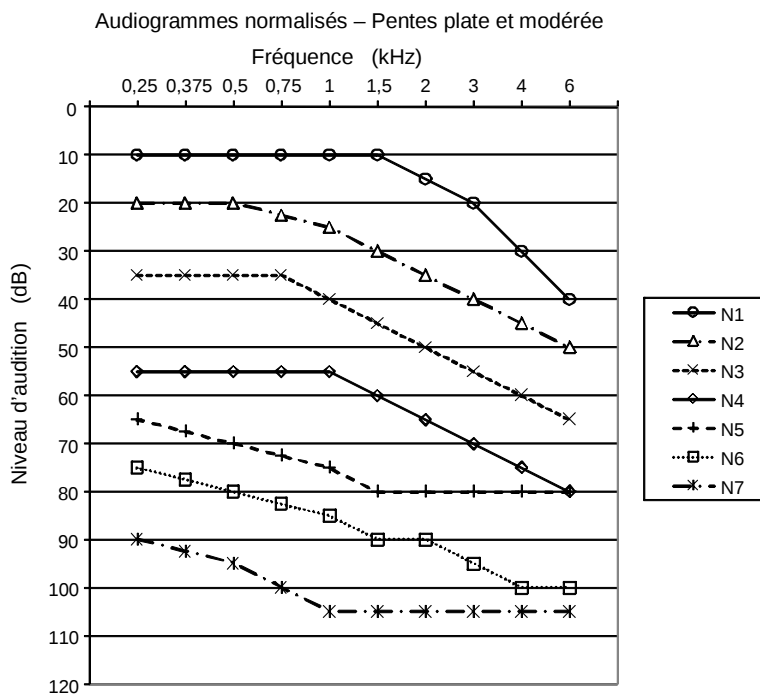
La perte auditive (HL, *Hearing Loss*) est calculée selon $HL = (HL_{0,5k} + HL_{1k} + HL_{2k} + HL_{4k})/4$, où HL_{xk} signifie perte auditive à x kHz.

La dérivation du groupe d'audiogrammes est décrite en [3].

On n'a pas spécifié d'autres types d'audiogrammes, car ceux-ci présentent des variations qui ne surviennent que très rarement (par exemple, à pente inversée, en forme de U, mixte, de conduction). Dans le cas où aucun des audiogrammes spécifiés ci-dessus n'est approprié, le fabricant peut spécifier un autre audiogramme à la condition qu'il ait été clairement défini.

Tableau 2 – Audiogrammes normalisés pour le groupe à pente plate et modérée

n°	HL	0,25 kHz	0,375 kHz	0,5 kHz	0,75 kHz	1 kHz	1,5 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz
N1	16	10	10	10	10	10	10	15	20	30	40
N2	31	20	20	20	22,5	25	30	35	40	45	50
N3	46	35	35	35	35	40	45	50	55	60	65
N4	63	55	55	55	55	55	60	65	70	75	80
N5	76	65	67,5	70	72,5	75	80	80	80	80	80
N6	89	75	77,5	80	82,5	85	90	90	95	100	100
N7	103	90	92,5	95	100	105	105	105	105	105	105



IEC 224/12

Figure 4 – Audiogrammes normalisés pour le groupe à pente plate et modérée

Tableau 3 – Audiogrammes normalisés pour le groupe à pente forte

n°	HL	0,25 kHz	0,375 kHz	0,5 kHz	0,75 kHz	1 kHz	1,5 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz
S1	23	10	10	10	10	10	10	15	30	55	70
S2	49	20	20	20	22,5	25	35	55	75	95	95
S3	63	30	30	35	47,5	60	70	75	80	80	85

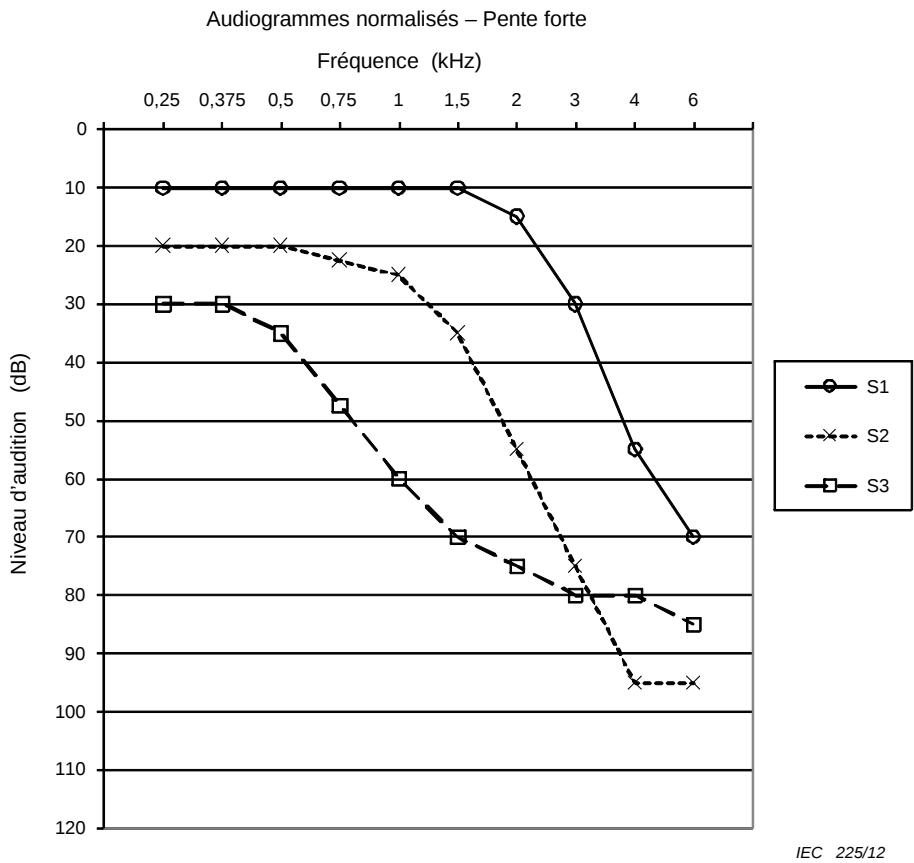


Figure 5 – Audiogrammes normalisés pour le groupe à pente forte

8 Mesures et analyse

8.1 Mesures

8.1.1 Généralités

Soixante secondes du signal d'essai ISTS tel que spécifié en 6.2 doivent être utilisées pour les mesures. Les 15 premières secondes sont utilisées pour stabiliser l'appareil de correction auditive. Le fabricant peut spécifier un temps de stabilisation plus long, si nécessaire, en ajoutant des multiples du signal complet, mais le temps de mesure (45 s) est fixe, c'est-à-dire que le signal temporel qui est analysé est fixe.

Les mesures doivent être effectuées dans les bandes d'un tiers d'octave ayant des fréquences centrales nominales de 250 Hz à 6,3 kHz. Le signal d'entrée est le signal d'essai de type parole tel que spécifié en 6.2 et correspondant au niveau de parole normal avec un niveau de pression acoustique de 65 dB. Les mesures doivent également être effectuées pour de la parole forte en utilisant le même signal qu'en 6.2, mais amplifié jusqu'à un niveau de pression acoustique de 80 dB.

De façon optionnelle, les mesures peuvent être effectuées également pour de la parole faible en utilisant le même signal qu'en 6.2, mais à un niveau de pression acoustique de 55 dB. Toutefois, des précautions doivent être prises, car ce faible niveau peut être en conflit avec le bruit de fond du système de mesure.

En plus des niveaux acoustiques spécifiés ci-dessus, d'autres niveaux peuvent également être utilisés par atténuation ou amplification du même signal qu'en 6.2, en tenant compte des exigences d'exactitude.

NOTE Le signal d'essai ISTS de 6.2 est constitué de façon à représenter de la parole à un niveau de conversation normal de 65 dB (à une distance de 1 m). Lorsqu'on amplifie le signal d'essai jusqu'à 80 dB ou qu'on l'atténue jusqu'à 55 dB, le signal d'essai ne correspondra pas à toutes les caractéristiques de parole forte ou faible en raison d'un effort vocal différent. Toutefois, on admet que l'amplification ou l'atténuation sera suffisante pour caractériser des appareils de correction auditive pour des niveaux de parole différents.

8.1.2 Gain d'insertion estimé (EIG)

Le gain d'insertion estimé est mesuré de la façon suivante:

- Egaliser l'enceinte d'essai à l'entrée de l'appareil de correction auditive dans la largeur de bande de 200 Hz à 8 kHz.
- En utilisant l'ISTS non mis en forme, régler le niveau de pression acoustique global à l'entrée de l'appareil de correction auditive à 65 dB.
- Enregistrer les 45 dernières secondes de l'ISTS non mis en forme. Il convient que l'appareil de correction auditive soit éteint ou retiré. Cet enregistrement du signal d'entrée restera le même pour des mesures répétées, et peut être réutilisé.
- Sans modifier les réglages de niveau du système d'essai, mettre en forme l'ISTS comme décrit en 6.2.2 et en faire le signal d'entrée de l'appareil de correction auditive.
- Enregistrer les 45 dernières secondes du signal de sortie de l'appareil de correction auditive dans l'OES ou le coupleur de 2 cm³, pour analyse.
- Répéter cet essai avec le niveau de pression acoustique global de l'étape b) porté à 80 dB. De façon optionnelle, également pour 55 dB.

8.1.3 Gain de coupleur (optionnel pour le coupleur de 2 cm³)

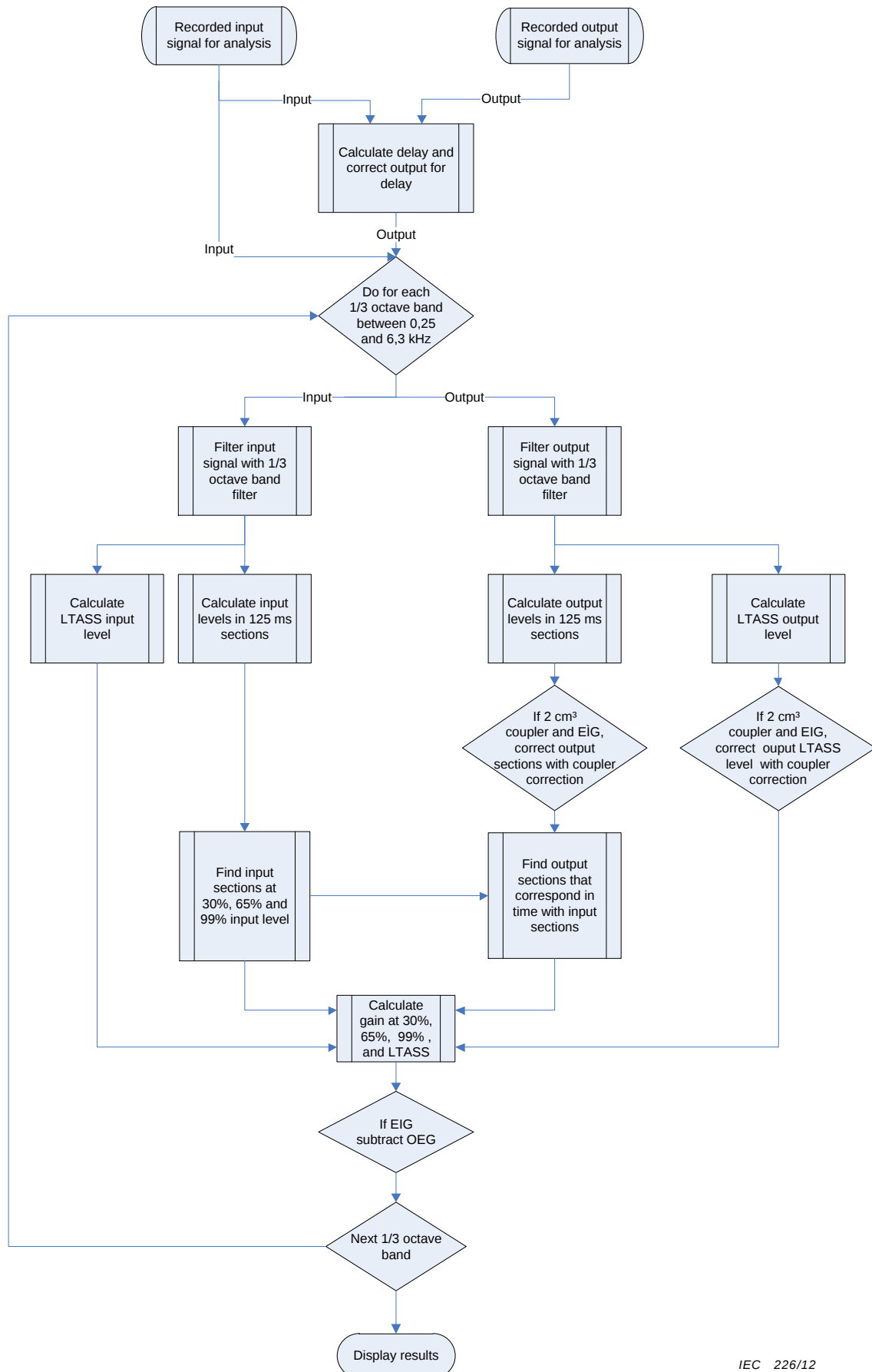
Le gain de coupleur pour un coupleur de 2 cm³ est mesuré de la façon suivante:

- Egaliser l'enceinte d'essai à l'entrée de l'appareil de correction auditive dans la largeur de bande de 200 Hz à 8 kHz.
- En utilisant l'ISTS non mis en forme, régler le niveau de pression acoustique global à l'entrée de l'appareil de correction auditive à 65 dB.
- Enregistrer les 45 dernières secondes du signal d'entrée. Il convient que l'appareil de correction auditive soit éteint ou retiré. Cet enregistrement du signal d'entrée restera le même pour des mesures répétées, et peut être réutilisé.
- Enregistrer les 45 dernières secondes du signal de sortie de l'appareil de correction auditive dans le coupleur de 2 cm³, pour analyse.
- Répéter cet essai avec le niveau de pression acoustique global de l'étape b) porté à 80 dB. De façon optionnelle, également pour 55 dB.

8.2 Analyse

8.2.1 Généralités

Le signal d'entrée enregistré et le signal de sortie de l'appareil de correction auditive mesurés en 8.1.2 et 8.1.3 sont analysés pour fournir l'EIG ou le gain de coupleur pour le LTASS et les 30^e, 65^e et 99^e centiles du signal d'essai. Une vue générale de la méthode d'analyse est donnée à la Figure 6.



Légende

Anglais	Français
Recorded input signal for analysis	Signal d'entrée enregistré pour analyse
Recorded output signal for analysis	Signal de sortie enregistré pour analyse
Input	Entrée
Output	Sortie
Calculate delay and correct output for delay	Calculer le retard et corriger la sortie pour le retard
Do for each 1/3 octave band between 0,25 and 6,3 kHz	Exécuter pour chaque bande d'un tiers d'octave entre 0,25 et 6,3 kHz
Filter input signal with 1/3 octave band filter	Filtrer le signal d'entrée avec un filtre de la bande d'un tiers d'octave
Filter output signal with 1/3 octave band filter	Filtrer le signal de sortie avec un filtre de la bande d'un tiers d'octave
Calculate LTASS input level	Calculer le niveau d'entrée du LTASS
Calculate input levels in 125 ms sections	Calculer les niveaux d'entrée dans des sections de 125 ms
Calculate output levels in 125 ms sections	Calculer les niveaux de sortie dans des sections de 125 ms
Calculate LTASS output level	Calculer le niveau de sortie du LTASS
If 2 cm ³ coupler and EIG, correct output sections with coupler correction	Si coupleur de 2 cm ³ et EIG, corriger les sections de sortie avec la correction du coupleur
If 2 cm ³ coupler and EIG, correct output LTASS level with coupler correction	Si coupleur de 2 cm ³ et EIG, corriger le niveau de sortie du LTASS avec la correction du coupleur
Find input sections at 30 %, 65 % and 99 % input level	Trouver les sections d'entrée aux niveaux d'entrée de 30 %, 65 % et 99 %
Find output sections that correspond in time with input sections	Trouver les sections de sortie qui correspondent temporellement aux sections d'entrée
Calculate gain at 30 %, 65 %, 99 %, and LTASS	Calculer le gain à 30 %, à 65 %, à 99 %, et le LTASS
If EIG subtract OEG	Si EIG, soustraire OEG
Next 1/3 octave band	Bande d'un tiers d'octave suivante
Display results	Afficher les résultats

NOTE La correction du coupleur est donnée au Tableau 4.

Figure 6 – Vue générale de l'analyse

8.2.2 Compensation du retard de traitement des appareils de correction auditive

En raison d'un retard de traitement des appareils de correction auditive numériques, il peut être nécessaire d'effectuer avant analyse un alignement temporel des signaux d'entrée et de sortie enregistrés, c'est-à-dire que la sortie est alignée temporellement avec le signal d'entrée. L'alignement temporel sera requis lorsque le retard de traitement est de 10 ms ou davantage. Pour la détermination du LTASS, aucun alignement temporel n'est nécessaire. La méthode suggérée pour déterminer le retard est fondée sur une méthode d'intercorrélation à large bande.

Pour les besoins de la reproduction, l'alignement temporel utilisé, c'est-à-dire la valeur du décalage en sortie, doit être spécifié, et il convient que ce soit avec une exactitude inférieure à 10 ms. Il est important que le décalage temporel spécifié ne représente que l'appareil de correction auditive, et non le système de mesure utilisé. La Figure 7 représente la durée dont le signal de sortie $y(t)$ de l'appareil de correction auditive doit être décalé. τ décalage représente le moment auquel la valeur absolue de l'intercorrélation atteint son maximum.

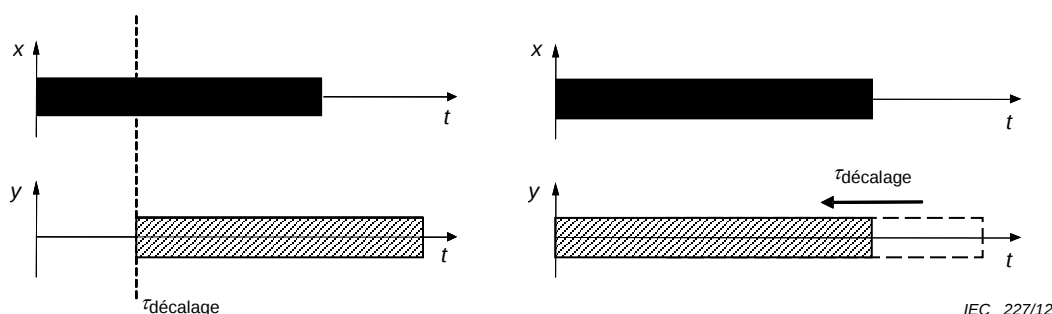


Figure 7 – Alignement temporel du signal de sortie (y) par rapport au signal d'entrée (x)

8.2.3 Correction pour l'utilisation d'un coupleur de 2 cm³ pour la détermination de l'EIG

Pour la détermination de l'EIG, le niveau de pression acoustique de sortie mesuré dans le coupleur de 2 cm³ doit être corrigé pour simuler le niveau de pression acoustique du tympan, par addition des valeurs du Tableau 4 aux niveaux de la pression acoustique tels que mesurés dans le coupleur de 2 cm³. Le Tableau 4 montre les valeurs de correction recommandées qui s'appliqueront à la fois aux coupleurs HA-1 et aux coupleurs HA-2 en fonction de la fréquence centrale de la bande d'un tiers d'octave. Les valeurs de correction proviennent de [4].

Tableau 4 – Valeurs de correction recommandées du coupleur en utilisant le coupleur de 2 cm³

Fréquence en kHz	0,25	0,315	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,30
Correction du coupleur en dB	4	4	4	4,2	4,3	4,5	5,2	6,1	6,6	8	9,3	10,5	12,2	13,6	14,7

8.2.4 Calcul du gain d'insertion estimé pour le LTASS de l'ISTS (EIG du LTASS)

Le gain d'insertion estimé pour le LTASS de l'ISTS est calculé de la façon suivante:

- Dans chaque bande d'un tiers d'octave, déterminer le LTASS pour les 45 dernières secondes du signal d'entrée enregistré en 8.1.2 c).
- Dans chaque bande d'un tiers d'octave, déterminer le niveau de pression acoustique pour les 45 dernières secondes du signal de sortie enregistré en 8.1.2 e). Si cette sortie avait été enregistrée dans un coupleur de 2 cm³, ajouter les valeurs de correction du coupleur, comme décrit en 8.2.3.
- Dans chaque bande d'un tiers d'octave, soustraire le niveau de pression acoustique d'entrée déterminé en a) du niveau de pression acoustique de sortie déterminé en b).
- Dans chaque bande d'un tiers d'octave, calculer l'EIG du LTASS en soustrayant le gain pour l'oreille non occluse du mannequin (CEI 60118-8:2005, Annexe B) pour cette bande du gain déterminé en c).

8.2.5 Calcul du gain de coupleur pour le LTASS de l'ISTS (gain de coupleur du LTASS) (optionnel)

Le gain de coupleur pour le LTASS de l'ISTS est calculé de la façon suivante:

- Dans chaque bande d'un tiers d'octave, déterminer le LTASS pour les 45 dernières secondes du signal d'entrée enregistré en 8.1.3 c).
- Dans chaque bande d'un tiers d'octave, déterminer le niveau de pression acoustique pour les 45 dernières secondes du signal de sortie enregistré en 8.1.3 d).

- c) Dans chaque bande d'un tiers d'octave, calculer le gain de coupleur du LTASS en soustrayant le niveau de pression acoustique d'entrée déterminé en a) du niveau de pression acoustique de sortie déterminé en b).

8.2.6 Découpage des signaux enregistrés pour les calculs de centiles

Dans chaque bande d'un tiers d'octave, le niveau de pression acoustique du signal d'essai enregistré en 8.1.2 c) ou 8.1.3 c) et du signal de sortie enregistré en 8.1.2 e) ou 8.1.3 d) est déterminé pour des sections temporelles de $125 \text{ ms} \pm 3 \text{ ms}$ toutes les $62,5 \text{ ms} \pm 2 \text{ ms}$ pendant les 45 dernières secondes des signaux tels que représentés sur la Figure 8.

Dans chaque bande d'un tiers d'octave, la distribution des niveaux du signal d'essai est calculée en utilisant toutes les sections temporelles qui sont entièrement situées dans les 45 dernières secondes du signal d'essai. A partir de cette distribution, les niveaux de pression acoustique des 30^e, 65^e et 99^e centiles du signal d'essai sont déterminés.

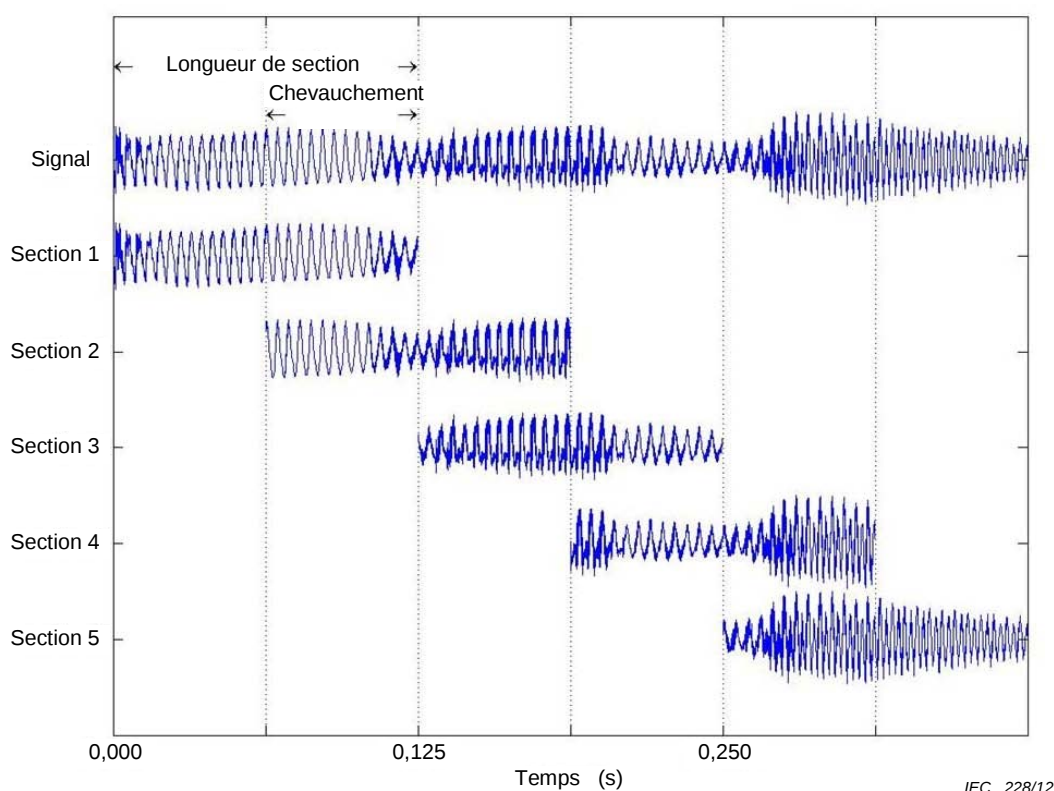


Figure 8 – Découpage des signaux enregistrés

8.2.7 Calcul de l'EIG pour les 30^e, 65^e et 99^e centiles de l'ISTS (EIG en centiles)

Le gain d'insertion estimé pour les 30^e, 65^e et 99^e centiles de l'ISTS est calculé de la façon suivante:

- Si le signal de sortie en 8.1.2 e) a été enregistré dans un coupleur de 2 cm^3 , toutes les sections temporelles du signal de sortie sont corrigées par addition des valeurs de correction du coupleur, telles que décrites en 8.2.3.
- Dans chaque bande d'un tiers d'octave du signal d'entrée enregistré en 8.1.2 c), identifier les sections temporelles ayant un niveau de pression acoustique situé à moins de $\pm 3 \text{ dB}$ du niveau de pression acoustique du 30^e centile du signal d'entrée.

- c) Pour chaque section temporelle identifiée en b), identifier la section temporelle correspondante dans la bande d'un tiers d'octave correspondante du signal de sortie de 8.1.2 e) ou 8.2.7 a), selon le cas approprié.
 - d) Pour chaque section temporelle identifiée en b), soustraire le niveau de pression acoustique des bandes d'un tiers d'octave du signal d'entrée du niveau de bande du signal de sortie correspondant tel qu'identifié en c).
 - e) Dans chaque bande d'un tiers d'octave, faire la moyenne des résultats de d) sur toutes les sections temporelles identifiées en b).
- NOTE Des moyennes des résultats seront effectuées sur le gain en décibels. Prendre la moyenne du gain en décibels (et non pas en grandeurs linéaires) est considéré comme la méthode préférentielle en ce qui concerne les mesures de gain d'insertion estimé ou de gain de coupleur qui seront généralement comparées à l'audiogramme.
- f) Dans chaque bande d'un tiers d'octave, calculer l'EIG en soustrayant le gain pour l'oreille non occluse du mannequin (CEI 60118-8:2005, Annexe B) pour cette bande du résultat obtenu à partir de e).
 - g) Répéter les étapes b) à f) pour les 65^e et 99^e centiles.

Voir la description graphique de la Figure 9.

8.2.8 Calcul du gain de coupleur pour les 30^e, 65^e et 99^e centiles de l'ISTS (gain de coupleur de centile) (optionnel)

Le gain de coupleur pour les 30^e, 65^e et 99^e centiles de l'ISTS est calculé de la façon suivante:

- a) Dans chaque bande d'un tiers d'octave du signal d'entrée enregistré en 8.1.3 c), identifier les sections temporelles ayant un niveau de pression acoustique situé à moins de ± 3 dB du niveau de pression acoustique du 30^e centile du signal d'entrée.
- b) Pour chaque section temporelle identifiée en a), identifier la section temporelle correspondante dans la bande d'un tiers d'octave correspondante du signal de sortie enregistré en 8.1.3 d).
- c) Pour chaque section temporelle identifiée en a), soustraire le niveau de pression acoustique des bandes d'un tiers d'octave du signal d'essai du niveau de pression acoustique de bande du signal de sortie correspondant tel qu'identifié en b).
- d) Dans chaque bande d'un tiers d'octave, effectuer la moyenne des résultats de c) sur toutes les sections temporelles identifiées en a) pour obtenir le gain de coupleur pour le 30^e centile.

NOTE Des moyennes des résultats seront effectuées sur le gain en décibels. Prendre la moyenne du gain en décibels (et non pas en grandeurs linéaires) est considéré comme la méthode préférentielle en ce qui concerne les mesures de gain d'insertion estimé ou de gain de coupleur qui seront généralement comparées à l'audiogramme.

- e) Répéter les étapes a) à d) pour les 65^e et 99^e centiles.

Voir la description graphique de la Figure 9.

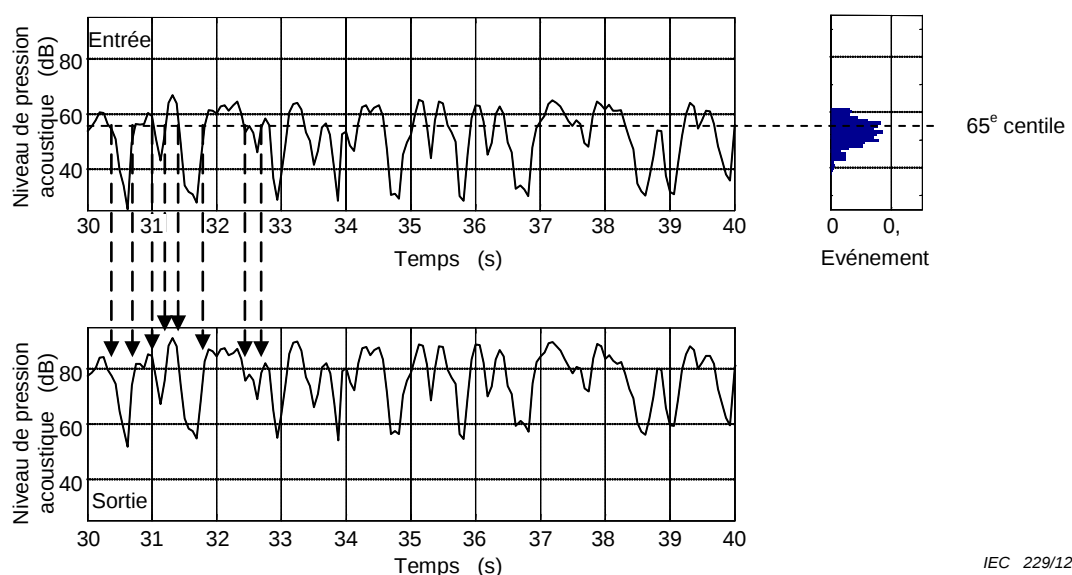


Figure 9 – Illustration de la méthode d'obtention du "gain aligné temporellement" pour le 65^e centile

Dans le panneau supérieur, identifier les sections temporelles de l'entrée qui sont à moins de ± 3 dB du 65^e centile et relier celles-ci aux sections temporelles correspondantes dans le signal de sortie du panneau inférieur. Pour chaque section temporelle identifiée, calculer le gain en prenant la différence entre les niveaux de sortie et d'entrée.

9 Présentation des données

9.1 Gain de LTASS (EIG du LTASS ou gain de coupleur du LTASS)

Les gains du LTASS mesurés pour des niveaux de signal d'entrée de 65 dB et de 80 dB doivent être présentés sur un même graphique. Le niveau de 55 dB est optionnel et n'est indiqué que lorsqu'il est mesuré. Seuls sont montrés les points de données qui représentent une mesure valide (par exemple non influencée par du bruit ambiant). Voir l'exemple de la Figure 10, qui montre le gain de LTASS mesuré en utilisant les niveaux de pression acoustique d'entrée de 55 dB, 65 dB et 80 dB.

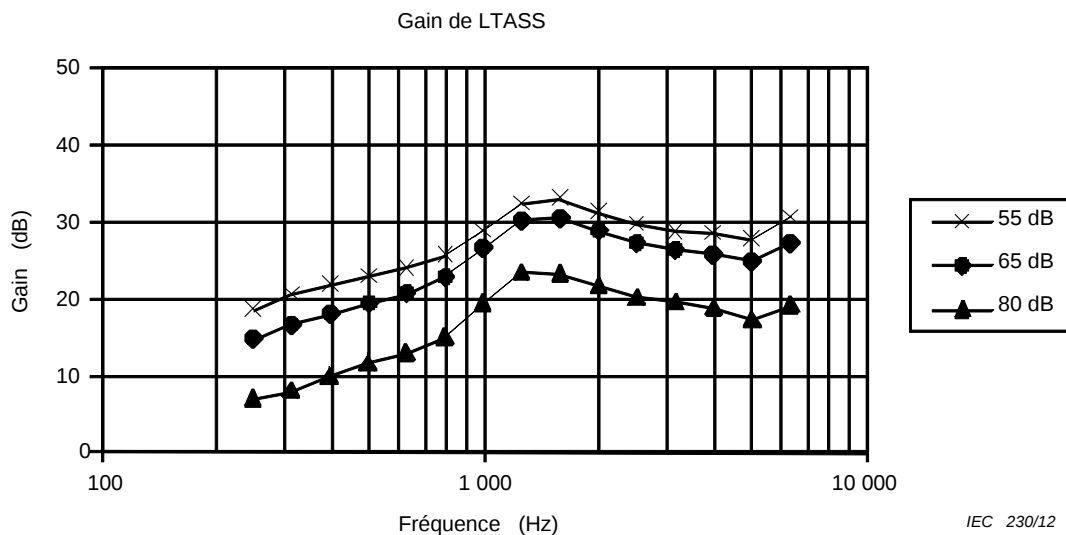


Figure 10 – Gain de LTASS pour 3 niveaux de pression acoustique d'entrée

Pour les besoins de comparaison afin de démontrer la compression, le gain de LTASS pour les niveaux de pression acoustique d'entrée de 55 dB et de 80 dB sont présentés par rapport au niveau de pression acoustique d'entrée de 65 dB. Voir l'exemple de la Figure 11.

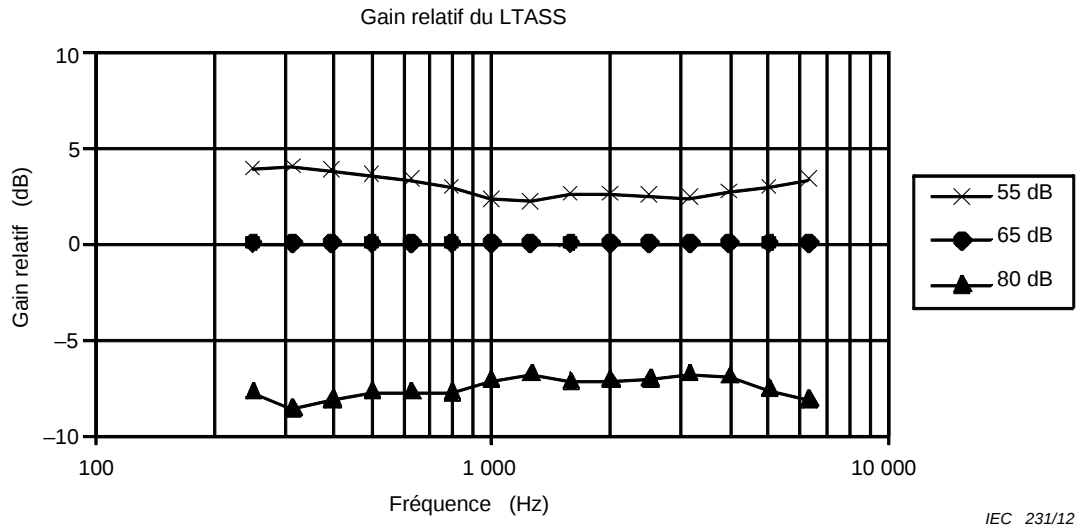


Figure 11 – Gain de LTASS pour 3 niveaux d'entrée par rapport au gain de LTASS au niveau de pression acoustique d'entrée de 65 dB

9.2 Gain de centile (EIG de centile ou gain de coupleur de centile)

Les gains de centile mesurés pour les 30^e, 65^e et 99^e centiles doivent être présentés sur un même graphique. Seuls sont montrés les points de données qui représentent une mesure valide (par exemple non influencée par le bruit ambiant). On utilise un graphique séparé pour chaque niveau de pression acoustique d'entrée. A titre de référence, le gain de LTASS peut également être inclus. Voir l'exemple de la Figure 12 qui montre le gain de centile mesuré en utilisant le signal d'entrée de l'ISTS à un niveau de pression acoustique de 65 dB.

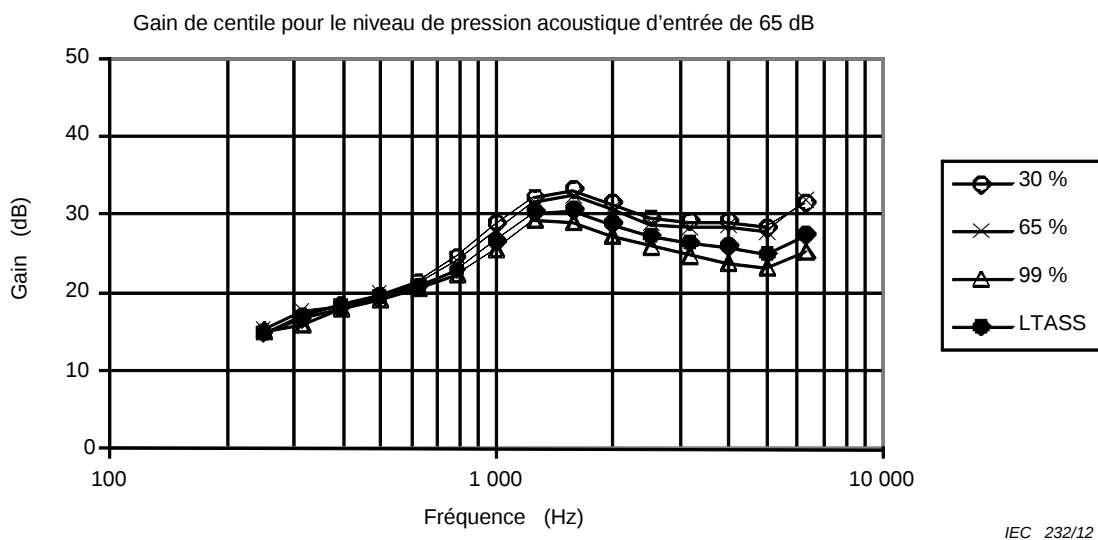


Figure 12 – Gain de centile pour 3 centiles et gain de LTASS correspondant

Pour un but de comparaison afin de démontrer la compression, le gain de centile pour les 30^e, 65^e et 99^e centiles du signal d'entrée est présenté par rapport au gain de LTASS. Voir l'exemple de la Figure 13.

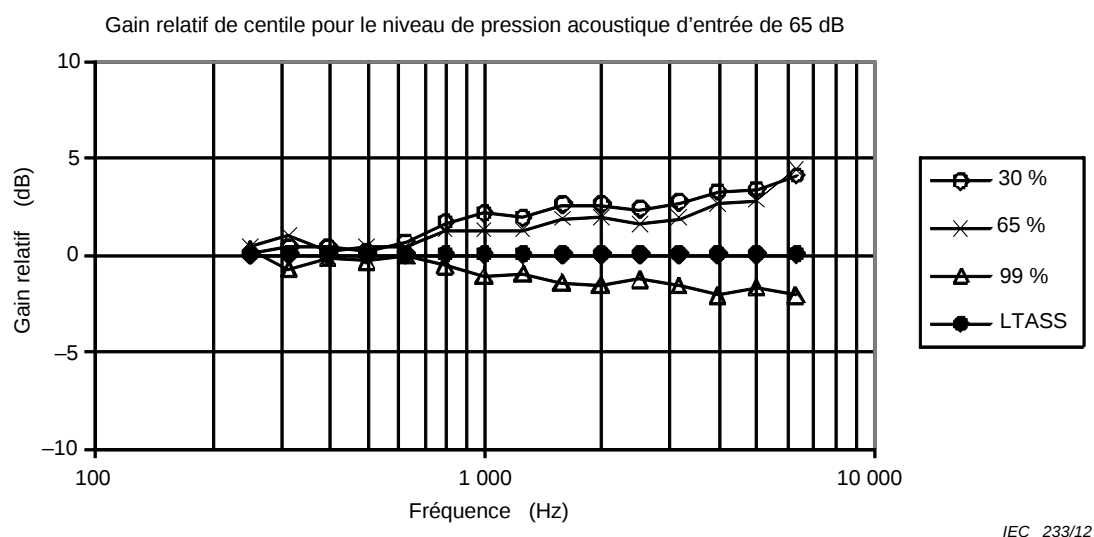


Figure 13 – Gain de centile pour 3 centiles par rapport au gain de LTASS

9.3 Interprétation des représentations de gains

9.3.1 Représentation du gain de LTASS

La représentation de gain la plus importante est le gain de LTASS pour le niveau de pression acoustique de 65 dB, montrant le gain de parole pour des niveaux normaux de communication orale. Le gain de LTASS à 80 dB montrera le gain de parole à fort niveau. Le gain de LTASS à 55 dB (optionnel) montrera le gain à niveau faible.

Dans la plupart des approches d'adaptation des appareils de correction auditive, le gain pour la parole faible sera programmé pour fournir plus de gain par comparaison avec le niveau normal ou le niveau fort, de façon à rendre la parole faible plus audible pour les personnes qui ont une perte auditive. Le gain supplémentaire peut varier pour les différentes bandes d'analyse. Le gain pour la parole forte sera le plus souvent programmé pour fournir moins de gain comparativement au niveau normal ou au niveau faible, pour maintenir la parole amplifiée à un niveau confortable et/ou prévenir des niveaux acoustiques de sortie excessifs susceptibles d'endommager l'audition. L'amplitude de la réduction de gain peut varier pour les différentes bandes d'analyse.

Un appareil de correction auditive à compression montrera différents niveaux de gain de LTASS pour différents niveaux d'entrée. Plus le taux de compression est grand, plus la dispersion du gain de LTASS sera grande. Lorsque les constantes de temps (attaque et/ou retombée) de l'appareil de correction auditive en essai sont plus longues que le temps de stabilisation, il se peut que la méthode de mesure ne soit pas capable de montrer correctement l'effet de cette compression lente. Il convient alors que le signal d'essai soit répété jusqu'à ce que le dispositif de compression se soit stabilisé.

Un appareil de correction auditive à gain linéaire montrera un gain de LTASS identique à tous les niveaux de parole.

9.3.2 Représentation du gain de centile

La représentation du gain de centile montrera l'amplification pour la structure interne de la parole. Des parties des enregistrements contiendront des niveaux très faibles, comme par

exemple pendant des blancs sans parole et pendant la respiration. On admet que les éléments de parole les plus faibles sont représentés par le niveau acoustique du 30^{ème} centile et les éléments qui sont très forts ou situés presque au niveau de crête par le niveau acoustique du 99^{ème} centile. Le niveau de pression acoustique du 65^{ème} centile sera proche du niveau médian des éléments de parole. On notera que pour des niveaux extrêmement faibles (par exemple au-dessous du 15^{ème} centile), les sons concernent surtout des bruits de fond et des bruits en rapport avec la production de la parole (par exemple la respiration). Pour cette raison, on a choisi de représenter le point milieu des segments d'énergie de la parole par le 65^{ème} centile.

Les représentations du gain de centile et du gain de LTASS sont complémentaires et sont l'une et l'autre nécessaires pour caractériser complètement l'amplification de la parole pour un appareil de correction auditive. La représentation du LTASS au niveau de pression acoustique de 65 dB est utilisée comme référence dans les deux représentations, de façon à permettre une comparaison entre les représentations.

Un appareil de correction auditive à compression ayant des constantes de temps courtes (attaque et/ou retombée) montrera différents gains de centile pour les 3 niveaux de centile. Plus le taux de compression est grand, plus la dispersion du gain sera grande. Pour des constantes de temps plus courtes (plus rapides), on observera une plus grande dispersion de gain pour les différents centiles. Cela signifie que la structure interne de la parole a changé et que des parties faibles et fortes de la structure fine de la parole auront été amplifiées différemment.

Lorsque les constantes de temps sont beaucoup plus longues (lentes) par comparaison avec la fenêtre d'analyse de 125 ms, le gain de centile ne montrera que peu ou pas de différences pour les différents centiles. Dans ce cas, les parties faibles et fortes de la structure fine de la parole ont été amplifiées avec un gain similaire.

Un appareil de correction auditive à gain linéaire montrera des gains de centile identiques pour tous les différents centiles.

9.4 Données obligatoires

En même temps que la présentation des résultats de mesure, on doit fournir les données suivantes ou s'y référer:

- a) le type de mesure effectué, le gain d'insertion estimé (préférentiellement) ou le gain de coupleur, voir 5.1;
- b) la spécification du type d'instrument, du logiciel d'adaptation, de l'audiogramme (référence à l'audiogramme normalisé ou spécification des données de l'audiogramme réellement utilisé) et de tous les paramètres supplémentaires;
- c) la spécification du réglage de l'évent, s'il est autre que 'fermé', et la directivité du microphone, s'il n'est pas omnidirectionnel, doivent être indiquées, voir 7.2.2 et 7.2.3;
- d) spécification du type de coupleur, voir 6.3;
- e) lorsqu'on applique le type de mesure du gain d'insertion estimé, une référence ou une spécification est donnée pour la correction de transformation du champ acoustique libre au signal appliqué au microphone de l'appareil de correction auditive, voir par exemple la CEI 60118-8:2005, Annexe A;
- f) Lorsqu'on mesure le gain de centile, une indication relative à la vérification du retard de traitement de l'appareil de correction auditive est fournie. Lorsque le retard est de 10 ms ou davantage, l'alignement temporel appliqué est indiqué, voir 8.2.2;
- g) Une indication relative à la vérification des niveaux de bruit qui doivent être à 10 dB au-dessous des niveaux de mesure pour tous les points de données qui sont présentés. Si cela n'est pas vérifié pour certains points de données, il convient d'écarter ces points pour que la validité de toutes les données présentées soit satisfaite.

Annexe A (informative)

Signal vocal international de test (ISTS)

A.1 Spécification globale de l'ISTS

Le signal vocal international de test ISTS a été élaboré en se fondant sur les spécifications de conception suivantes:

- Le signal vocal de test doit ressembler à de la parole normale, mais il ne doit pas être intelligible.
- Le signal vocal de test doit être issu de six langues différentes incluant l'arabe, l'anglais, le mandarin et l'espagnol, car celles-ci font partie des langues les plus parlées, et doit être complété avec le français et l'allemand.
- Le signal vocal de test doit représenter de la parole féminine, car ses paramètres se situent entre ceux de la parole masculine et de la parole enfantine, et elle est utilisée dans la plupart des essais de parole existants.
- Le signal vocal de test doit avoir une largeur de bande comprise entre 100 Hz et 16 kHz.
- Le signal vocal de test doit reproduire le spectre vocal moyen féminin international à long terme (ILTASS, *international female long term average speech spectrum*) spécifié par [2]. Les écarts doivent être inférieurs à 1 dB.
- Le niveau du signal vocal de test doit correspondre à un niveau de pression acoustique global de 65 dB. Ce niveau doit être mesuré dans une largeur de bande comprise entre 200 Hz et 5 kHz.
- La différence de niveau entre le 30^e et le 99^e centile du niveau dépendant de la fréquence mesuré dans des bandes d'un tiers d'octave doit être comparable à de la parole courante et doit être comparable aux valeurs qui peuvent être tirées de [5] et [2].
- Le signal vocal de test doit inclure des composantes qui simulent à la fois des éléments voisés et des éléments non voisés de la parole. Les éléments voisés doivent avoir une structure harmonique et une valeur de fréquence fondamentale appropriées pour la parole féminine.
- Le signal vocal de test doit avoir un spectre de modulation comparable à celui de la parole normale, avec un maximum autour de 4 Hz lors de mesures dans des bandes d'un tiers d'octave.
- Le signal vocal de test doit simuler des variations de parole spectrales naturelles à court terme (sections de 125 ms), provenant par exemple de transitions formantiques.
- Le signal vocal de test doit avoir un modèle de comodulation de la parole réelle. Le modèle de comodulation est obtenu en corrélant les enveloppes dans différentes bandes d'un tiers d'octave.
- Le signal vocal de test doit contenir des pauses normales (mais brèves) de parole courante.
- Le signal vocal de test doit avoir une durée de 60 s.

L'ISTS est librement accessible sur le site web de l'European Hearing Instrument Manufacturers Association, EHIMA: <www.EHIMA.com>.

A.2 Conception de l'ISTS

A.2.1 Enregistrements de parole

21 locutrices s'exprimant dans six langues maternelles différentes (anglais américain, arabe, mandarin, français, allemand et espagnol) ont lu le récit "The north wind and the sun" [6] plusieurs fois en utilisant une articulation naturelle. Les enregistrements ont été effectués avec un microphone directionnel Neumann KM184 et échantillonnés en utilisant une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz et une résolution de 24 bits dans un bureau modifié (temps de réverbération de 0,5 s à 500 Hz).

Pour chaque langue, un enregistrement d'une locutrice a été choisi. Les critères de sélection étaient la provenance régionale des locutrices, la qualité de la voix (par exemple sa raucité) et la fréquence fondamentale médiane. Le matériau parole enregistré a été filtré pour le spectre vocal moyen international à long terme de parole féminine entre 100 Hz et 16 kHz conformément à [2], de façon à optimiser l'homogénéité du matériau parole. En outre, la distribution des durées de parole entre des pauses plus longues (supérieures à 100 ms) a été compilée et une fonction de probabilité a été adaptée à cette distribution selon ce qui était nécessaire pour le mixage des enregistrements. Dans cette fonction de distribution, la durée des pauses a été limitée à 650 ms.

A.2.2 Segmentation des enregistrements

Les enregistrements ont été fractionnés en segments en utilisant une procédure automatique: des segments initiaux d'une durée de 500 ms ont été prélevés dans les enregistrements. Dans ces segments de 500 ms, l'énergie a été analysée dans des intervalles de 10 ms pour les 400 ms finales. A la suite de cette analyse, l'intervalle de 10 ms ayant la plus faible énergie a été sélectionné. Dans cet intervalle, la valeur absolue la plus faible a été prélevée.

Le segment résultant contenait alors l'enregistrement depuis le début du segment de 500 ms initial jusqu'à cette valeur absolue la plus faible. Le segment de 500 ms suivant commençait directement après cette valeur absolue la plus faible. Cette segmentation automatique a dû être modifiée manuellement afin d'éviter, autant que possible, des points de coupure à l'intérieur de voyelles et de phonèmes associés. Les segments résultants avaient une durée comprise entre 100 ms et 600 ms.

Des pauses de parole d'une durée supérieure à 100 ms ont été maintenues à l'intérieur du même segment tout comme l'énoncé de paroles précédent pour garantir leur position naturelle. Ces segments incluant de longues pauses ainsi que les "segments de début" suivants ont été marqués.

A.2.3 Mixage des segments

Les segments ont été reliés l'un à l'autre dans un ordre aléatoire pour produire des sections d'une durée de 10 s et de 15 s. Pendant cette procédure, les segments ont été modifiés avec une fenêtre de Hanning ayant un épaulement de 1 ms à chaque extrémité, afin d'éviter des artefacts audibles. De plus, la langue a été modifiée de segment en segment et chaque langue a été sélectionnée une fois dans six segments consécutifs.

Chaque segment a été utilisé une fois dans une section de 10 s ou de 15 s. Afin de réduire les différences de la fréquence fondamentale entre des segments successifs, la fréquence fondamentale a été analysée dans les 50 premières et dernières millisecondes de chaque segment. Lorsque deux segments voisés étaient reliés l'un à l'autre, seuls des changements de la fréquence fondamentale allant jusqu'à 10 Hz étaient autorisés. Si ce critère était violé, un autre segment était sélectionné. La combinaison d'un segment voisé et d'un segment non voisé ainsi que de deux articulations non voisées était toujours possible.

Ceux des segments qui avaient des durées de pause de plus de 100 ms ont été sélectionnés lorsque la durée de parole dépassait une valeur calculée en se fondant sur la distribution de

probabilité décrite ci-dessus. Cette limitation garantit une distance naturelle entre les pauses de parole. Après chaque pause de parole, un “segment de début” a été sélectionné en provenance d’une langue différente. A la fin de chaque section de 10 s et 15 s, un segment incluant une pause de parole a été sélectionné et limité à la durée nécessaire de chaque section. Toutes les sections produites ont été filtrées à nouveau pour le spectre féminin international décrit en [2].

L’ISTS d’une durée de 60 s était composé des sections de 10 s et 15 s. D’autres durées par étapes de 5 ms (en excluant 5 ms et 55 ms) sont possibles. Pour les mesures relatives aux appareils de correction auditive, il convient d’utiliser une durée de 15 s pour permettre aux algorithmes de traitement des signaux de s’ajuster au signal. Il convient ensuite d’utiliser une durée de mesure de 45 s. Afin de permettre une estimation approximative des résultats de mesure, il convient d’envisager de limiter la durée de la mesure à 10 s.

A.3 Analyse de l’ISTS

L’ISTS composé selon la procédure telle que décrite ci-dessus a été analysé par rapport à différents critères et comparé aux enregistrements d’origine. On a constaté que l’ISTS était en accord avec la parole naturelle en ce qui concernait tous les critères pertinents. Les résultats les plus importants relatifs à l’ISTS sont récapitulés ci-dessous.

- Spectres à long terme: Les spectres à long terme de l’ISTS ainsi que les sections de 10 s et 15 s s’écartent de moins de 1 dB du spectre vocal féminin international à long terme de [2].
- Spectres à court temps: Le spectre à court temps de l’ISTS montre des variations dans la fréquence fondamentale à plusieurs degrés, comme on peut l’observer également dans les enregistrements d’origine pour les différentes langues.
- Fréquence fondamentale: La médiane de la fréquence fondamentale de l’ISTS est de 196 Hz, par comparaison à une médiane de 203 Hz pour les locutrices dans les enregistrements d’origine, ce qui est considéré comme suffisamment similaire. L’écart type est de 44 Hz pour l’ISTS, comme dans le cas des enregistrements d’origine.
- Spectres de modulation: Les spectres de modulation de l’ISTS comme pour les enregistrements d’origine filtrés dans des bandes d’un tiers d’octave présentent un maximum dans la plage de 2 Hz à 8 Hz. Des écarts systématiques n’ont pas été observés.
- Analyse des comodulations: Les comodulations ont été analysées en corrélant les enveloppes du signal filtré dans des bandes d’un tiers d’octave. L’intensité de l’intercorrélation diminue lorsque la distance entre les bandes d’un tiers d’octave augmente. Cela s’applique à l’ISTS ainsi qu’aux enregistrements d’origine.
- Durée des pauses: Les distributions des pauses de parole et leur durée correspondent aux enregistrements d’origine. Toutefois, la durée plus courte de l’ISTS entraîne une répartition légèrement plus irrégulière en comparaison aux enregistrements d’origine. Le rapport entre la durée des pauses et la durée des signaux est de 1 à 6.
- Distribution des centiles: Les signaux ont été filtrés dans des bandes d’un tiers d’octave et les niveaux ont été calculés dans des fenêtres de 125 ms (avec un chevauchement de 50 %). A partir de cette distribution des niveaux pour chaque bande, voir la Figure A.1, les niveaux des 99^e, 65^e et 30^e centiles ont été calculés, voir la Figure 3. Les différences entre les 99^e et 30^e centiles se situent entre 20 dB et 30 dB. Cela correspond aux enregistrements d’origine pour 6 langues, à partir desquels l’ISTS a été composé.

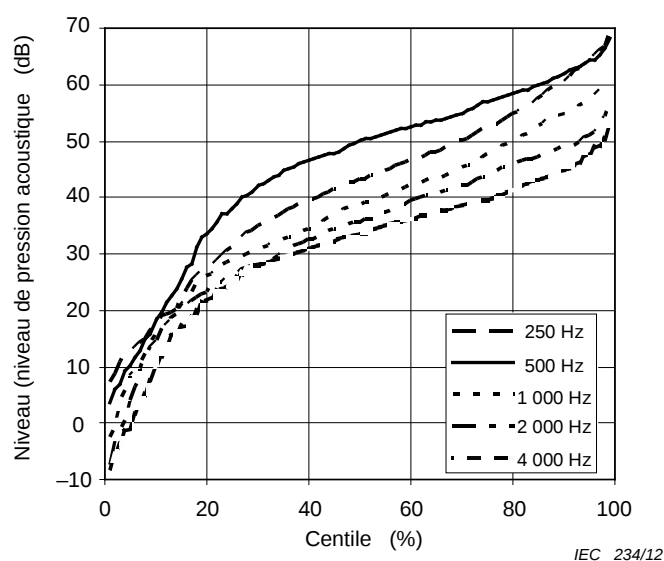


Figure A.1 – Distributions des niveaux de l'ISTS pour cinq bandes d'un tiers d'octave telles que mesurées à partir de sections de 125 ms de l'ISTS se chevauchant à 50 %

- Proportion des fragments sans parole: La proportion des fragments sans parole est de 44 % pour l'ISTS et est donc légèrement supérieure à la valeur moyenne de 35 % pour les enregistrements de parole d'origine.
- Distribution des amplitudes instantanées: La distribution des amplitudes instantanées de l'ISTS est très similaire à celle des enregistrements de parole d'origine.
- Facteur de crête: Le facteur de crête de l'ISTS a une valeur de 17, très proche de la valeur de 18 pour les enregistrements de parole d'origine.

Pour une description plus détaillée de la conception et de l'analyse, le lecteur se reportera à [1].

Bibliographie

- [1] Holube, I., Fredelake, S., Vlaming M., and Kollmeier B. *Development and Analysis of an International Speech Test Signal (ISTS)*, International Journal of Audiology, 49: 891–903 (2010)
 - [2] Byrne, D., Dillon, H., Tran, K., Arlinger, S., Wibraham, K., Cox, R., Hagerman, B., Hetu, R., Kei, J., Lui, C., Kiessling, J. Kotby, M. N., Nasser, N. H. A., El Kholy, W. A. H., Nakanishi, Y., Oyer, H., Powell, R., Stephens, D., Meredith, R., Sirimanna, T., Tavartkiladze, G., Fronlenkov, G. I., Westerman, S., and Ludvigsen, C. *An international comparison of long-term average speech spectra*, J. Acoust. Soc. Am. 96, 2108–2120 (1994)
 - [3] Bisgaard N., Vlaming M.S.M.G., and Dahlquist M. *Standard Audiograms for the IEC 60118-15 Measurement Procedure*, Trends in Amplification 14(2) 113–120 (2010)
 - [4] Sachs, R.M. and Burkhard, M.D. *Earphone Pressure Response in Ears and Couplers*. Rapport n°20021-2 pour Knowles Electronics, Inc. (1972)
 - [5] Cox, R. M., Matesich, J. S., & Moore, J. N. *Distribution of short-term rms levels in conversational speech*, Journal of the Acoustical Society of America, 84(3), 1100-1104 (1988)
 - [6] *Handbook of the International Phonetic Association*, Cambridge University Press (1999)
 - [7] CEI 61669, *Electroacoustique – Appareillage pour la mesure des caractéristiques acoustiques des appareils de correction auditive sur une oreille réelle*
 - [8] American National Standard S3.22, *Specification of Hearing Aid Characteristics* (2007)
 - [9] CEI 60118-0:1983, *Appareils de correction auditive – Partie 0: Méthodes de mesure des caractéristiques électroacoustiques* (1983)
Amendment 1 (1994)
-

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