

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60118-2

1983

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2

1997-05

Amendement 2

Appareils de correction auditive –

Partie 2:

**Appareils de correction auditive comportant
des commandes automatiques de gain**

Amendment 2

Hearing aids –

Part 2:

**Hearing aids with automatic gain
control circuits**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 29 de la CEI: Electroacoustique.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
29/350/FDIS	29/358/RVD

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

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter le titre du nouvel article 10 et des nouvelles annexes B et C comme suit:

- 10 Courbe de réponse en fréquence des appareils de correction auditive comportant des commandes automatiques de gain en fonctionnement à l'aide de signaux d'entrée à large bande en régime permanent

Annexes

B Présentation des données lissées

C Bibliographie

Page 4

Ajouter la liste suivante de normes:

CEI 60118-0: 1983, *Appareils de correction auditive – Partie zéro: Méthodes de mesure des caractéristiques électroacoustiques*
Amendement 1: 1994

CEI 60711: 1981, *Simulateur d'oreille occluse pour la mesure des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts*

CEI 61260: 1995, *Electro-acoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*

FOREWORD

This amendment has been prepared by the IEC technical committee 29: Electroacoustics.

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

FDIS	Report on voting
29/350/FDIS	29/358/RVD

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

Page 3

CONTENTS

Add the title of the new clause 10 and the new annexes B and C as follows:

- 10 Frequency response of hearing aids with AGC circuits in operation using steady-state broad-band signals

Annexes

B Smoothed data presentation

C Bibliography

Page 5

Add the following list of standards:

IEC 60118-0: 1983, *Hearing aids – Part 0: Measurement of electroacoustical characteristics*
Amendment 1: 1994

IEC 60711: 1981, *Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by ear inserts*

IEC 61260: 1995, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters*

Page 8

3 Conditions

Supprimer 3.2.

Renommer 3.3 en 3.2.

4 Définitions des termes

Ajouter les nouvelles définitions suivantes après 4.9 (page 2 de l'amendement 1):

4.10 Niveau de pression acoustique efficace global

Niveau de pression acoustique efficace global mesuré avec une largeur de bande égale au domaine de fréquences couvert par les bandes de tiers d'octave (voir CEI 61260) s'étendant de 200 Hz à 8 000 Hz.

4.11 Niveau par bande de tiers d'octave

Niveau de la portion de signal contenue à l'intérieur d'une bande de tiers d'octave de largeur telle qu'elle est définie dans la CEI 61260.

4.12 Densité spectrale de puissance

Puissance du signal appliqué à l'entrée (G_{AA}) ou recueilli à la sortie (G_{BB}) d'un appareil de correction auditive dans le domaine fréquentiel. On la calcule en multipliant la transformée de Fourier du signal par le complexe conjugué de la transformée de Fourier du même signal.

4.13 Densité spectrale de puissance croisée

La densité spectrale de puissance croisée (G_{AB}) représente dans quelle mesure les mêmes fréquences du signal sont mutuellement présentes à l'entrée et à la sortie d'un appareil de correction auditive. On la calcule en multipliant le complexe conjugué de la transformée de Fourier du signal appliqué à l'entrée d'un appareil de correction auditive par la transformée de Fourier du signal recueilli à sa sortie.

4.14 Fonction de cohérence

Nombre compris entre 0 et 1 montrant dans quelle mesure le signal recueilli à la sortie d'un appareil de correction auditive est corrélé au signal appliqué à l'entrée. La fonction de cohérence pour un signal d'essai constitué d'un bruit aléatoire est réduite par la non-linéarité et par le bruit interne du système. On calcule la fonction de cohérence à partir des moyennes des densités spectrales de puissance et des densités spectrales de puissance croisées selon la formule:

$$\text{Fonction de cohérence} = \frac{|G_{AB}|^2}{G_{AA} \cdot G_{BB}}$$

4.15 Analyse synchrone

Analyse qui est synchronisée avec la période du signal d'entrée, par exemple avec la périodicité d'un bruit pseudo-aléatoire.

Page 9

3 Conditions

Delete 3.2

Renumber 3.3 to become 3.2

4 Explanation of terms

Add the following new definitions after 4.9 (page 3 in amendment 1):

4.10 Overall root-mean-square sound pressure level (overall r.m.s. SPL)

The root-mean-square sound pressure level with measurement bandwidth equal to the frequency range covered by the one-third-octave frequency bands (see IEC 61260) from 200 Hz to 8 000 Hz.

4.11 One-third-octave band level

The level of that part of the signal contained within a band one-third-octave wide as defined in IEC 61260.

4.12 Auto-spectrum (power spectrum)

The power spectrum of either the input signal (G_{AA}) to or the output signal (G_{BB}) from a hearing aid in the frequency domain. It is computed by multiplying the Fourier transform of the signal by the complex conjugate of the Fourier transform of the same signal.

4.13 Cross-spectrum (G_{AB})

The degree to which the same signal frequencies are mutually present in the input and output of a hearing aid. It is computed by multiplying the complex conjugate of the Fourier transform of the input signal to the hearing aid by the Fourier transform of the output signal from the hearing aid.

4.14 Coherence

A number ranging from 0 to 1 showing to what degree the output from a hearing aid is correlated to the input. Coherence for a random noise test signal is reduced by non-linearity and by system noise. The coherence is calculated from the auto- and cross-spectrum averages as follows:

$$\text{Coherence} = \frac{|G_{AB}|^2}{G_{AA} \cdot G_{BB}}$$

4.15 Synchronous analysis

Analysis which is synchronized with the period of the input signal, for example with the periodicity of pseudo-random noise.

Ajouter, après l'article 9, le nouvel article 10 suivant (page 8 de l'amendement 1)

10 Courbe de réponse en fréquence des appareils de correction auditive comportant des commandes automatiques de gain en fonctionnement à l'aide de signaux d'entrée à large bande en régime permanent

10.1 Généralités

La courbe de réponse en fréquence des systèmes électroacoustiques, comprenant les appareils de correction auditive, est obtenue traditionnellement en utilisant un signal pur d'entrée en fréquence glissante dont le niveau est maintenu constant et en mesurant le signal de sortie du système dans le domaine de fréquences concerné. Cependant, d'autres méthodes se sont développées pour obtenir les courbes de réponse en fréquence des systèmes électroniques en raison de la prolifération récente des analyseurs de spectre numériques qui utilisent parmi leurs signaux d'essai un bruit à large bande en régime permanent. Un bruit à large bande en régime permanent stationnaire dans le temps, qui est plus représentatif des signaux d'entrée complexes que les appareils de correction auditive sont amenés à traiter dans un environnement réel et non de laboratoire, peut constituer un meilleur signal d'essai pour donner une bonne représentation des caractéristiques de l'appareil, en particulier en ce qui concerne les appareils de correction auditive qui comportent des circuits de commande automatique de gain dépendant du niveau.

Pour les appareils qui ne comportent pas de tels circuits ni d'autres formes de circuits adaptés au traitement du signal, ou encore pour ceux qui comportent de tels circuits, mais qui sont essayés en dessous du seuil d'activation, on retrouvera la même courbe de réponse en fréquence, que l'on utilise un signal pur en fréquence glissante ou un bruit à large bande, à condition que le fonctionnement de l'appareil de correction auditive soit linéaire et que le rapport signal à bruit soit convenable. La méthode utilisée doit être mentionnée.

La CEI 60118-0 donne des méthodes de mesure pour l'évaluation des caractéristiques électroacoustiques des appareils qui utilisent des signaux purs en fréquence glissante. Lorsqu'on effectue des essais sur des appareils de correction auditive alors que les dispositifs de commande automatique de gain ou d'autres circuits non linéaires sont en action, la réponse à une fréquence donnée dépendra de la façon dont le signal de mesure excite l'élément non linéaire à la même fréquence.

Dans l'amendement 1 à la CEI 60118-2, on décrit une méthode de mesure pour caractériser les appareils de correction auditive avec commande automatique de gain. Cette méthode utilise un signal de fréquence pure et fixe pour exciter le dispositif de commande automatique de gain, ainsi qu'un signal pur en fréquence glissante d'un niveau inférieur de 20 dB pour déterminer la courbe de réponse en fréquence. En utilisant cette méthode, l'effet de l'élément non linéaire est commandé par le signal d'activation du dispositif de commande automatique de gain seul et n'est pas influencé par le signal de mesure.

Le présent article décrit une méthode pour la mesure de la courbe de réponse en fréquence des appareils de correction auditive utilisant un signal d'entrée à large bande en régime permanent ainsi qu'un analyseur de spectre à un ou deux canaux pour mesurer la courbe de réponse en fréquence.

Les caractéristiques spectrales du signal d'essai spécifié ont été choisies en conformité avec la norme américaine ANSI S3.42 [1]*. Cette spécification a été utilisée pendant de nombreuses années pour les essais des appareils de correction auditive et il a été montré que ce signal constituait un compromis raisonnable garantissant un rapport signal sur bruit suffisant pour les fréquences élevées et qu'il correspondait dans une certaine mesure aux caractéristiques spectrales de la parole.

* Les chiffres entre crochets renvoient aux références données dans l'annexe C.

Add, after clause 9, the following clause 10 (page 9 in amendment 1):

10 Frequency response of hearing aids with AGC circuits in operation using steady-state broad-band input signals

10.1 General

The frequency response of electroacoustic systems, including hearing aids, has traditionally been obtained using a swept pure tone input signal whose level is held constant while the output of the system is measured over the frequency range of interest. However, other methods have evolved for obtaining frequency responses of electronic systems as a result of the recent proliferation of digital spectrum analysers that utilise steady-state broad-band noise as one of their test signals. A time-stationary, steady-state broad-band noise, which is more typical of the complex input signals that hearing aids are required to process in non-laboratory real-world environments, may be a more suitable test signal for depicting performance, particularly for those hearing aids with level-dependent gain circuitry.

For those hearing aids that do not have automatic gain control (AGC) or other forms of adaptive signal processing circuitry, or for hearing aids having such circuitry but tested with input levels below their activation point, the same frequency response should result, whether a swept pure tone or broad-band noise is used, as long as the hearing aid is operating linearly, and the signal-to-noise ratio is adequate. The method used shall be stated.

IEC 60118-0 describes methods of measurements for the evaluation of the electroacoustical characteristics of hearing aids employing swept pure tone signals. When testing hearing aids with AGC or other non-linear circuits in action, the response at a given frequency will depend on the way the measuring signal activates the non-linear element at the same frequency.

In IEC 60118-2, Amendment 1, a method of measurement to characterize AGC hearing aids is described. This method uses an AGC-activating pure tone signal with a fixed frequency, and a swept pure tone signal with a 20 dB lower level for obtaining the frequency response. Using this method, the effect of the non-linear element is controlled by the AGC-activating signal alone, and is not influenced by the measuring signal.

This clause describes a method for the measurement of hearing aid frequency response using a steady-state broad-band input signal and employing single or dual-channel spectrum analysis to measure the frequency response.

The spectral characteristics of the specified test signal have been chosen to be in conformance with the American standard ANSI S3.42 [1]*. This specification has been used for many years to test hearing aids, and has been shown to represent a reasonable compromise, ensuring sufficient signal-to-noise ratio in the high frequency area, and also to some extent representing the spectral characteristics of speech.

* Figures in square brackets indicate the references listed in annex C.

En utilisant cette méthode, l'élément non linéaire répondra au signal à large bande, avec la contribution d'un grand nombre de fréquences et non d'une fréquence unique, comme c'est le cas lorsqu'on utilise les méthodes décrites dans la CEI 60118-0 ou dans l'amendement 1 de la CEI 60118-2.

Il convient d'accorder un soin particulier à l'interprétation des mesures effectuées avec un signal de bruit en régime permanent en raison du fait que les appareils de correction auditive dont la courbe de réponse en fréquence est modifiée par les caractéristiques dynamiques du signal d'entrée ne peuvent être pleinement caractérisés par ce signal presque invariant dans le temps. Un exemple en est donné par les appareils de correction auditive qui présentent des constantes de temps du dispositif de commande automatique de gain adaptables en fonction de la forme temporelle du signal d'entrée.

Le présent article est fondamentalement en accord avec la norme ANSI S3.42 [1], en ce qui concerne le signal d'essai et la méthode de mesure de la courbe de réponse en fréquence. Les exceptions importantes sont la position de référence de la commande de gain, qui est en accord dans la présente Norme internationale avec l'amendement 1 à la CEI 60118-0, et l'utilisation du simulateur d'oreille de la CEI 60711. La fonction de cohérence reliée aux mesures à deux canaux est utilisée pour valider les mesures de la réponse en fréquence.

10.2 Enceinte d'essai

L'enceinte d'essai doit satisfaire aux prescriptions spécifiées dans la CEI 60118-0. Le bruit résiduel au point d'essai doit donner un rapport signal sur bruit dans chaque bande de tiers d'octave égal ou supérieur à 10 dB pour un signal d'entrée de bruit égal à celui spécifié en 10.3.1.2 pour un niveau de pression acoustique efficace global de 50 dB.

10.3 Conditions d'essai

Tous les niveaux de pression acoustique se réfèrent à 20 μ Pa. Il est fait référence à la CEI 60118-0 et à la CEI 60711. La méthode de comparaison (voir 4.3 de la CEI 60118-0) doit être appliquée pour les mesures utilisant la densité spectrale de puissance croisée et la méthode de substitution (voir 4.2 de la CEI 60118-0) pour les mesures utilisant la densité spectrale de puissance et les filtres à balayage de fréquences.

10.3.1 Signal de bruit d'entrée

10.3.1.1 Type de bruit et facteur de crête

On doit utiliser comme signaux d'entrée un bruit aléatoire ou pseudo-aléatoire. Le type de bruit et sa période doivent être indiqués. Le signal de bruit doit présenter une distribution de probabilité normale avec un écrêtage tel que le niveau de crête du signal soit supérieur de $12 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ à son niveau efficace. Le bruit doit être continu, autrement dit, il convient que son niveau reste constant pendant une durée suffisante avant chaque période d'analyse de façon à permettre aux éléments d'adaptation au traitement du signal de se stabiliser.

NOTES

1 Un grand nombre d'appareils de correction auditive adaptables utilisent des détecteurs à action rapide pour engendrer les signaux de commande du traitement de signal. L'importance de l'action du traitement du signal, qui régule souvent la valeur du gain des appareils de correction auditive (par exemple les appareils à commande automatique de gain), peut ainsi dépendre de la distribution de probabilité du signal d'entrée. En raison des niveaux de crête relativement importants des signaux de bruit à large bande appliqués à l'entrée, comparés à ceux des sons purs traditionnellement utilisés pour les essais des appareils de correction auditive, on peut s'attendre à une dispersion des mesures plus importante avec des signaux de bruit à large bande appliqués à l'entrée et présentant des niveaux de crête variables qu'avec des sons purs.

2 On peut accepter comme signal d'entrée un bruit pseudo-aléatoire qui présente la même période que la durée de mémorisation de l'analyse. Cependant, les résultats peuvent différer dans certains cas de ceux qui sont obtenus avec un bruit aléatoire.

Using this method, the non-linear element will respond to the broad-band signal, with contributions from many frequencies, and not from an individual frequency component as when using the methods in IEC 60118-0 or IEC 60118-2, Amendment 1.

Care should be exercised in interpreting measurements made with the steady-state noise signal, because hearing aids whose frequency response is changed by the dynamic characteristics of the input signal cannot be fully characterized by this almost time-invariant signal. An example is hearing aids that have adaptive AGC time constants based on the temporal pattern of the input signal.

This clause is basically in keeping with ANSI S3.42 [1] with regard to the test signal and the frequency response measuring procedures. Important exceptions are the reference test gain control position, which in this international standard is defined in accordance with IEC 60118-0, Amendment 1, and the use of the IEC 60711 ear simulator. The coherence function in connection with dual-channel measurements is used to validate the frequency response measurements.

10.2 Test enclosure

The test enclosure shall fulfil the requirements specified in IEC 60118-0. The residual noise at the test point shall give a signal-to-noise ratio in each one-third octave band equal to or greater than 10 dB, with a noise input signal as specified in 10.3.1.2 with an overall r.m.s. level of 50 dB.

10.3 Test conditions

All sound pressure levels are referred to 20 μ Pa and abbreviated SPL. Reference is made to IEC 60118-0 and IEC 60711. The comparison method (see 4.3 of IEC 60118-0) shall be applied when using cross-spectrum measurements, and the substitution method (see 4.2 of IEC 60118-0) when using auto-spectrum and swept filter measurements.

10.3.1 Noise input signal

10.3.1.1 Noise type and peak levels

Random noise or pseudo-random noise shall be used as input signals. The type of noise, and its period shall be stated. The noise signal shall have a normal probability distribution that is truncated so that the maximum peak signal level is $12 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ above the r.m.s. signal level. The noise shall be continuous, that is its level should be constant for a sufficiently long time before each analysis period to allow any adaptive signal processing elements of the hearing aid to stabilize.

NOTES

1 Many adaptive hearing aids use fast-acting detectors to develop their signal-processing control signals. The amount of signal processing action, which often regulates the amount of gain the hearing aid provides (e.g. AGC aids), therefore may be dependent on the probability distribution of the input signal. Because of the relatively large peak levels of the broad-band noise input signal, as compared to that for the pure tones traditionally used for testing hearing aids, it is expected that there may be more variability in the measurements with broad-band noise inputs having varying peak levels than with pure tone input signals.

2 Pseudo-random noise having the same period as the analysis time record is an acceptable input signal. However, the results may differ from those obtained with random noise in some cases.

10.3.1.2 Spectre du signal de bruit d'entrée

Les valeurs des niveaux par bandes de tiers d'octave du signal de bruit d'entrée mesurés au point de mesure doivent être conformes aux valeurs indiquées dans le tableau 1 avec une tolérance de ± 2 dB. Au-dessus de 8 kHz et en dessous de 200 Hz, les niveaux en bandes de tiers d'octave ne doivent pas dépasser la limite supérieure de tolérance correspondant à ces fréquences. Les valeurs nominales des limites de tolérance supérieures et inférieures sont indiquées à la figure 5.

Tableau 1 – Valeurs nominales des niveaux par bandes de tiers d'octave du signal de bruit d'entrée au point de mesure

Fréquence médiane de tiers d'octave Hz	Valeur nominale dB
200	-17,0
250	-14,5
315	-13,0
400	-12,0
500	-11,0
630	-10,5
800	-10,5
1 000	-10,5
1 250	-10,5
1 600	-11,0
2 000	-11,5
2 500	-12,5
3 150	-13,0
4 000	-14,0
5 000	-15,0
6 300	-16,0
8 000	-17,0
NOTE – Les niveaux sont exprimés par rapport au niveau efficace global.	

NOTES

1 L'enveloppe nominale du signal de bruit pour les fréquences moyennes et élevées est équivalente à celle d'un filtre passe-bas de type Butterworth à pôle unique (par exemple filtre comportant une seule cellule à résistance-capacité) présentant une fréquence de coupure de 900 Hz. La pente à 6 dB par octave doit continuer jusqu'à 8 kHz au moins. L'enveloppe nominale pour les fréquences basses est équivalente à celle d'un filtre passe-haut de type Butterworth à deux pôles présentant une fréquence de coupure de 200 Hz.

Les caractéristiques du filtre correspondant à la combinaison de ces deux filtres peuvent être calculées d'après la formule:

$$10 \lg \frac{\left(\frac{f}{200}\right)^4}{1 + \left(\frac{f}{200}\right)^4} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{900}\right)^2}$$

2 On tient compte du niveau de spectre d'entrée en le soustrayant dans la mesure et dans le calcul de la courbe de réponse en fréquence. Le maintien du spectre d'entrée est nécessaire puisque la commande automatique de gain peut dépendre de la fréquence.

10.3.1.2 Spectrum of noise input signal

The amplitude of the one-third-octave band levels of the noise input signal measured at the test point shall meet the nominal values indicated in table 1 with a tolerance of ± 2 dB. Above 8 kHz and below 200 Hz, the one-third-octave band levels shall not increase above the upper tolerance limit at those frequencies. These nominal values with upper and lower tolerance limits are shown in figure 5.

Table 1 – Nominal values for the one-third-octave band levels of the noise input signal at the test point

One-third-octave band centre frequency Hz	Nominal value dB
200	–17,0
250	–14,5
315	–13,0
400	–12,0
500	–11,0
630	–10,5
800	–10,5
1 000	–10,5
1 250	–10,5
1 600	–11,0
2 000	–11,5
2 500	–12,5
3 150	–13,0
4 000	–14,0
5 000	–15,0
6 300	–16,0
8 000	–17,0
NOTE – The levels are expressed relative to the overall r.m.s. level .	

NOTES

1 The nominal mid and high frequency shaping of the noise signal is equivalent to that of a single-pole low-pass Butterworth filter (e.g., single resistor-capacitor filter section) having a cut-off frequency at 900 Hz. The 6 dB per octave slope shall continue to at least 8 kHz. The nominal low frequency shaping is equivalent to a two-pole high-pass Butterworth filter with a cut-off frequency at 200 Hz.

The filter characteristic for the combination of these two filters can be calculated from the formula:

$$10 \lg \frac{\left(\frac{f}{200}\right)^4}{\left[1 + \left(\frac{f}{200}\right)^4\right]} \cdot \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{f}{900}\right)^2\right]}$$

2 The input spectrum level is subtracted out in the measurement and calculation of the frequency response. Control of the input spectrum is required, since the AGC may be frequency dependent.

10.4 Installation d'essai

On peut utiliser un système d'analyse spectrale à un ou à deux canaux. On peut également accepter un analyseur comportant un filtre à balayage de fréquence dans le domaine utile de fréquences.

Pour n'importe quel type d'analyseur la bande passante du filtre doit être égale ou inférieure à un tiers d'octave centrée sur la fréquence médiane. La largeur de bande effective de l'analyse spectrale et les procédés de lissage, comprenant le fenêtrage, doivent être spécifiés.

Il est préférable d'utiliser la méthode de densité spectrale de puissance croisée avec un système d'analyse à deux canaux. La méthode de densité spectrale de puissance avec un système d'analyse à un seul canal donnera des résultats sensiblement équivalents, à condition que:

- a) le champ acoustique ait été égalisé conformément à 10.3.1.2;
- b) l'appareil de correction auditive en essai fonctionne en régime permanent;
- c) le rapport signal à bruit soit suffisant (voir 10.2).

Dans le cas contraire, les résultats donnés par les deux méthodes peuvent être différents.

Le domaine de l'analyse en fréquence doit comprendre le domaine couvert par les filtres de tiers d'octave s'étendant de 200 Hz à 8 000 Hz.

La méthode d'essai (densité spectrale de puissance ou densité spectrale de puissance croisée avec transformée de Fourier rapide, filtre numérique ou filtre à balayage de fréquences), la durée de moyennage, la largeur de bande d'analyse ainsi que le domaine total des fréquences d'analyse doivent être spécifiés.

10.5 Méthodes de mesure des courbes de réponse en fréquence

10.5.1 Groupe de courbes de réponse en fréquence et courbe de réponse fondamentale (gain acoustique)

Régler la commande de gain de l'appareil de correction auditive dans la position du gain de référence pour les essais et placer les autres commandes dans les positions requises.

Tracer une famille de courbes de réponse en fréquence (gain acoustique) en utilisant une seule des méthodes décrites en 10.5.1.1, 10.5.1.2 ou 10.5.1.3, en réglant le niveau de pression acoustique efficace global du signal de bruit d'entrée par pas de 10 dB, de façon à couvrir le domaine désiré au-dessus et en dessous de 60 dB. Les niveaux d'entrée préférentiels sont 50 dB, 60 dB, 70 dB, 80 dB et 90 dB. On doit s'assurer que l'appareil de correction auditive fonctionne en régime permanent pour chaque niveau d'entrée. Transcrire toutes les courbes, lorsque cela est possible sur un graphique unique en indiquant pour chacune le niveau d'entrée correspondant. Des niveaux d'entrée supplémentaires peuvent être utilisés. Tous les niveaux d'entrée doivent être indiqués. La courbe de réponse fondamentale est la courbe correspondant à un niveau de pression acoustique efficace global du signal d'entrée de 60 dB.

NOTE – Si on utilise comme signal d'essai un bruit aléatoire, le nombre de spectres nécessaires pour obtenir une exactitude de mesure désirée peut être déterminé en utilisant la méthode décrite par exemple au chapitre 11 de [2].

10.4 Test equipment

Either single- or dual-channel spectrum analysis equipment may be used. An analyzer that sweeps a tracking filter across the frequency range is also acceptable.

For any type of analyzer, the filter bandwidth shall be equal to or less than one-third-octave of the centre frequency. The effective filter analysis bandwidth and smoothing, including windowing, shall be stated.

Dual-channel analysis using the cross-spectrum method is preferred. Single-channel analysis that uses the auto-spectrum method will give almost equivalent results if:

- a) the sound field has been equalized in accordance with 10.3.1.2;
- b) the hearing aid under test is operating in a steady-state mode;
- c) the signal-to-noise ratio is sufficient (see 10.2).

Otherwise, results from the two methods may differ.

The frequency range of analysis shall include the range covered by the one-third-octaves from 200 Hz to 8 000 Hz.

The test method (auto-spectrum or cross-spectrum with FFT (Fast Fourier Transform), digital filter or swept tracking filter), averaging time, analysis bandwidth, and total frequency range of analysis shall be stated.

10.5 Measurements of frequency responses

10.5.1 Comprehensive frequency responses and basic frequency response (acoustic gain)

Adjust the hearing aid gain control to the reference test gain control position and set other controls to required positions.

Produce a family of frequency response curves (acoustic gain) using *one* of the methods described in 10.5.1.1, 10.5.1.2 or 10.5.1.3, and by adjusting the overall r.m.s. noise input SPL in 10 dB steps to cover the desired range above and below 60 dB. The preferred input levels are 50 dB, 60 dB, 70 dB, 80 dB and 90 dB. Ensure that the hearing aid is operating in a steady-state mode for each input level. If possible, overlay all of the curves on one chart, with each curve labelled with the corresponding input level. Additional input levels may be used. All input levels shall be stated. The basic frequency response is the response obtained with an overall input r.m.s. SPL of 60 dB.

NOTE – If random noise is used as the test signal, the number of averaged spectra necessary to obtain a desired measuring accuracy can be determined using the methods described in, for example, chapter 11 of [2].

10.5.1.1 Méthode de la densité spectrale de puissance croisée

Les données d'entrée et de sortie sont déterminées simultanément sous forme complexe lorsqu'on utilise cette méthode. On calcule la courbe de réponse en fréquence en divisant la valeur de la moyenne de la densité spectrale de puissance croisée G_{AB} par la moyenne de la densité spectrale de puissance d'entrée G_{AA} . Le résultat du calcul doit être converti en décibels pour chaque fréquence, en prenant le logarithme décimal et en le multipliant par 20.

La fonction de cohérence peut être utilisée pour valider la courbe de réponse en fréquence. Si l'on s'y réfère, il convient de la tracer en fonction de la fréquence.

NOTE – Si la fonction de cohérence est égale à 1, l'appareil de correction auditive en essai est parfaitement linéaire et exempt de bruit. Si la fonction de cohérence est nulle, il n'existe aucune relation de linéarité entre l'entrée et la sortie de l'appareil de correction auditive. Une faible valeur de la fonction de cohérence peut être causée par le bruit ou par des non-linéarités comprenant des variations temporelles du système. Si, par exemple, la fonction de cohérence tombe en dessous de 0,5 à une fréquence donnée, la contribution du bruit et des non-linéarités est supérieure à celle du signal linéaire produit par l'appareil de correction auditive à cette fréquence.

10.5.1.2 Méthode de la densité spectrale de puissance

On mesure ou on détermine le signal appliqué à l'entrée de l'appareil de correction auditive en fonction de la fréquence, et on met les résultats en mémoire. On mesure le signal de sortie recueilli à la sortie de l'appareil de correction auditive en fonction de la fréquence et on met les résultats en mémoire. On calcule la fonction de transfert en divisant la densité spectrale de puissance de ce signal de sortie G_{BB} par la densité spectrale de puissance G_{AA} du signal appliqué à l'entrée de l'appareil de correction auditive, et on convertit le résultat en décibels, en prenant le logarithme décimal du résultat et en le multipliant par 10. Si on utilise un bruit aléatoire comme signal d'essai, on doit considérer la moyenne des densités spectrales de puissance. Dans la méthode de la densité spectrale de puissance, il n'est pas nécessaire de mesurer simultanément les signaux d'entrée et de sortie.

10.5.1.3 Méthode du filtre à balayage de fréquence

On calcule la courbe de réponse en fréquence en divisant la valeur du signal de sortie par la valeur du signal d'entrée à chaque fréquence. On convertit ensuite ce rapport en décibels à chaque fréquence.

10.6 Graphique de représentation des courbes de réponse en fréquence

Les courbes de réponse en fréquence doivent être tracées sur un graphique présentant une échelle d'ordonnées linéaire en décibels et une échelle d'abscisses logarithmique en fréquences, la longueur d'une décade sur l'échelle des abscisses étant égale à la longueur correspondant à 50 dB sur l'échelle des ordonnées, en conformité avec la CEI 60263.

Les positions des commandes ou les paramètres de programmation utilisés doivent être indiqués pour chaque mesure.

10.5.1.1 *Cross-spectrum method*

The input and output data are determined simultaneously in a complex format when using this method. Calculate the frequency response by dividing the magnitude of the cross-spectrum average, G_{AB} , by the input auto-spectrum average, G_{AA} . The result of the calculation for each frequency shall be converted to decibels by taking the log to the base ten and multiplying it by 20.

The coherence function may be used to validate the frequency response. If referred to, it should be plotted as a function of frequency.

NOTE – If the coherence = 1, the hearing aid under test is perfectly linear and noise free. If the coherence = 0, there is no linear relationship at all between the input to the hearing aid and the output from the hearing aid. A low value of coherence can be caused by noise and non-linearities including system time variations. If, for example, the coherence function falls below 0,5 at a given frequency, the contribution from noise and non-linearities is higher than the linear signal from the hearing aid at that frequency.

10.5.1.2 *Auto-spectrum method*

Measure or determine the input to the hearing aid as a function of frequency and store the results. Measure the output of the hearing aid as a function of frequency and store the results. Calculate the transfer function by dividing the auto-spectrum of the output signal from the hearing aids, G_{BB} , by the auto-spectrum of the input signal to the hearing aid, G_{AA} , and convert the result into decibels by taking the log to the base ten of the result and multiplying it by 10. If random noise is used as the test signal, then averaged auto-spectra shall be used. For the auto-spectrum method, it is not necessary to measure the input and output signals simultaneously.

10.5.1.3 *Swept filter method*

Calculate the frequency response by dividing the output magnitude by the input magnitude at each frequency. Convert the magnitude ratio to decibels at each frequency.

10.6 *Frequency response recording chart*

The frequency response curves shall be displayed on a grid having a linear decibel ordinate scale and a logarithmic frequency abscissa scale, with the length of one decade on the abscissa scale equal to the length of 50 dB on the ordinate scale, in accordance with IEC 60263.

The control settings or programming parameters used shall be stated for each measurement.

Ajouter, après la figure 4, la nouvelle figure 5 suivante (amendement 1, page 12):

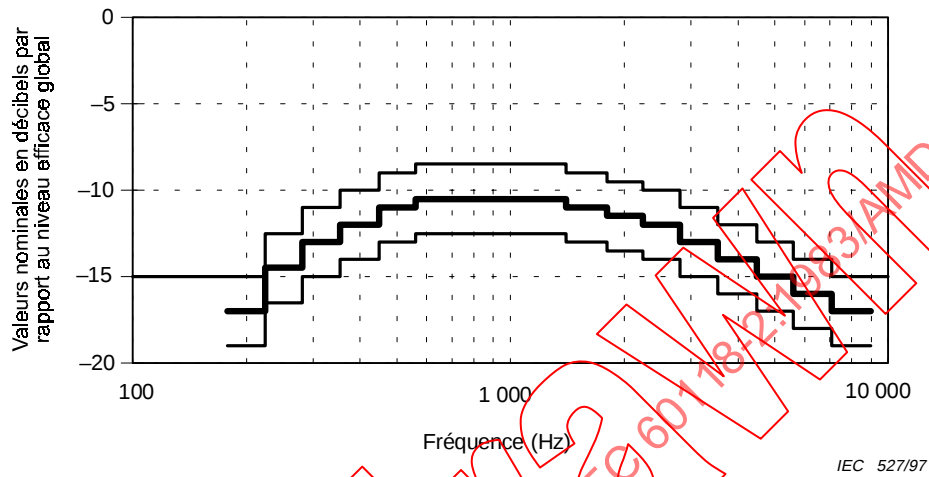


Figure 5 – Valeurs nominales des niveaux par bandes de tiers d’octave, avec les limites supérieures et inférieures (± 2 dB) pour le signal de bruit d’entrée au point de mesure