

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1260**

Première édition
First edition
1995-07

Electroacoustique –

**Filtres de bande d'octave et de bande
d'une fraction d'octave**

Electroacoustics –

Octave-band and fractional-octave-band filters



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1260: 1995

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1260**

Première édition
First edition
1995-07

Electroacoustique –

**Filtres de bande d'octave et de bande
d'une fraction d'octave**

Electroacoustics –

Octave-band and fractional-octave-band filters

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
 Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	8
4 Prescriptions concernant les performances	16
5 Méthodes d'essai	28
6 Marquage de l'appareil	40
7 Notice d'emploi	40
 Tableaux	
1 Limites de l'affaiblissement relatif des filtres de bande d'octave	20
A.1 Fréquences médianes pour des filtres de bande d'octave et de bande d'un tiers d'octave dans le domaine des audiofréquences	46
B.1 Limites de l'affaiblissement relatif pour des filtres de bande d'un tiers d'octave	50
Figure 1 – Illustration des limites minimale et maximale de l'affaiblissement relatif pour des filtres de bande d'octave de classe 1	22
 Annexes	
A Fréquences médianes	44
B Fréquences réduites pour les points de transition des limites d'affaiblissement relatif minimal et maximal des filtres de bande d'un tiers d'octave	48
C Recommandations pour la vérification des caractéristiques électriques des filtres passe-bande	52

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
 Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Performance requirements	17
5 Test methods	29
6 Instrument marking	41
7 Instruction manual	41
 Tables	
1 Limits on relative attenuation for octave-band filters	21
A.1 Midband frequencies for octave-band and one-third-octave-band filters in the audio range	47
B.1 Limits on relative attenuation for one-third-octave-band filters	51
Figure 1 – Illustration of minimum and maximum limits on relative attenuation for class 1 octave-band filters	23
 Annexes	
A Midband frequencies	45
B Normalized frequencies at breakpoints of limits on minimum and maximum relative attenuation for one-third-octave-band filters	49
C Recommendations for verification of the electrical performance characteristics of bandpass filters	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLECTROACOUSTIQUE -

FILTRES DE BANDE D'OCTAVE ET DE BANDE D'UNE FRACTION D'OCTAVE

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 1260 a été établie par le comité d'études 29 de la CEI: Electroacoustique.

La présente norme annule la CEI 225 parue en 1966.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
29/292/DIS	29/304/RVD

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

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROACOUSTICS –

OCTAVE-BAND AND FRACTIONAL-OCTAVE-BAND FILTERS

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 1260 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

This standard supersedes IEC 225 published in 1966.

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

DIS	Report on voting
29/292/DIS	29/304/RVD

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

Annexes A, B and C are for information only.

ÉLECTROACOUSTIQUE -

FILTRES DE BANDE D'OCTAVE ET DE BANDE D'UNE FRACTION D'OCTAVE

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale fournit les prescriptions concernant les caractéristiques et les méthodes d'essai des filtres passe-bande analogiques, à données échantillonnées et numériques, y compris un ensemble de filtres ou un analyseur de spectre. L'étendue de la bande passante de la caractéristique d'affaiblissement relatif d'un filtre est un pourcentage constant de la fréquence médiane pour tous les filtres d'une bande passante donnée. Un appareil conforme aux prescriptions de cette Norme internationale peut contenir n'importe quel nombre de filtres passe-bande couvrant n'importe quel domaine de fréquence désiré.

1.2 Les prescriptions sont fournies pour trois classes de filtres dénommées classe 0, classe 1 et classe 2. Les tolérances autorisées augmentent avec le numéro de la classe.

1.3 Les filtres passe-bande conformes aux prescriptions de cette norme peuvent faire partie de différents systèmes de mesure ou peuvent être un composant intégré dans un appareil spécifique et doivent fonctionner en temps réel. Les prescriptions s'appliquent quelle que soit la méthode utilisée par le constructeur pour la réalisation des filtres.

1.4 Les appareils conformes aux prescriptions de cette norme sont capables de fournir une information spectrale filtrée en bandes de fréquence pour une large variété de signaux, comme par exemple des signaux variables dans le temps, intermittents ou permanents; à large bande ou composés de fréquences discrètes, de courtes ou de longues durées. Pour les applications comprenant des signaux transitoires, des réalisations différentes de filtre satisfaisant aux prescriptions de cette norme peuvent donner des résultats différents.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(801): 1994, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) - Chapitre 801: Acoustique et electroacoustique*

CEI 651: 1979, *Sonomètres*
Amendement 1: 1993

CEI 801-2: 1991, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels - Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques*

ELECTROACOUSTICS –

OCTAVE-BAND AND FRACTIONAL-OCTAVE-BAND FILTERS

1 Scope

1.1 This International Standard provides performance requirements and methods for testing the performance of analogue, sampled-data, and digital implementations of band-pass filters that comprise a filter set or spectrum analyser. The extent of the passband region of a filter's relative attenuation characteristic is a constant percentage of the midband frequency for all filters of a given bandwidth. An instrument complying with the requirements of this International Standard may contain any number of bandpass filters covering any desired frequency range.

1.2 Performance requirements are provided for three filter classes designated class 0, class 1, and class 2. Allowed tolerances increase as the class number increases.

1.3 Bandpass filters complying with the performance requirements of this standard may be part of various measurement systems or may be an integral component of a specific instrument and shall operate in real time. Performance requirements apply to any method that is selected by the manufacturer to implement the design of the filters.

1.4 Instruments complying with the requirements of this standard are capable of providing frequency-band-filtered spectral information for a wide variety of signals, for example, time-varying, intermittent, and steady; broadband and discrete frequency; and long and short durations. For applications involving transient signals, different realizations of filters meeting the requirements of this standard may give different results.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of the IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(801): 1994, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 801: Acoustics and electro-acoustics*

IEC 651: 1979, *Sound level meters*
Amendment 1: 1993

IEC 801-2: 1991, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 2: Electrostatic discharge requirements*

CEI 801-3: 1984, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 3: Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques*

CEI 804: 1985, *Sonomètres intégrateurs-moyenneurs*

Amendement 1, 1989

Amendement 2, 1993

ISO 266: 1975, *Acoustique – Fréquences normales pour les mesurages*

OIML: 1978, *Vocabulaire de métrologie légale – Termes fondamentaux*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

NOTE – Pour la définition des termes complémentaires de cette norme, il est conseillé de se référer à la CEI 50(801) et au vocabulaire de métrologie légale de l'OIML.

3.1 filtre passe-bande: Filtre dont la seule bande de transmission (ou bande passante d'affaiblissement relatif faible) s'étend d'une fréquence latérale inférieure plus grande que zéro à une fréquence latérale supérieure finie.

3.2 rapport d'octave: Rapport nominal de fréquence 2:1, symbole général G .

NOTES

1 Cette norme permet deux options appelées base dix et base deux pour déterminer un rapport de fréquences d'une bande d'octave ou d'une bande de fraction d'octave.

2 Pour les systèmes à base dix,

$$G_{10} = 10^{3/10} \quad (1)$$

3 Pour les systèmes à base deux,

$$G_2 = 2 \quad (2)$$

4 Le système à base dix est préféré.

3.3 indicateur de bande passante: L'inverse d'un entier positif, y compris 1, utilisé pour désigner une bande de fraction d'octave; symbolisé par $1/b$.

3.4 fréquence de référence: Fréquence de 1 000 Hz exactement; symbolisée par f_r .

3.5 fréquence médiane exacte: Fréquence, liée à la fréquence de référence par une relation déterminée telle que le rapport des fréquences médianes exactes de n'importe quelle paire de filtres passe-bande adjacents soit le même pour tous les filtres dans un ensemble de filtres de bande passante définie; symbolisée par f_m et exprimée en hertz. Lorsque le dénominateur de l'indicateur de bande passante est un nombre impair, les fréquences médianes exactes de n'importe quel filtre d'un ensemble de filtres sont déterminées à partir de:

$$f_m = (G^{x/b})(f_r) \quad (3)$$

et lorsque le dénominateur de l'indicateur de bande passante est un nombre pair, les fréquences médianes exactes de n'importe quel filtre d'un ensemble de filtres sont déterminées à partir de:

$$f_m = (G^{(2x+1)/(2b)})(f_r) \quad (4)$$

où x est n'importe quel entier positif, négatif ou nul.

IEC 801-3: 1984, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 3: Radiated electromagnetic field requirements*

IEC 804: 1985, *Integrating-averaging sound level meters*
Amendment 1, 1989
Amendment 2, 1993

ISO 266: 1975, *Acoustics – Preferred frequencies for measurements*

OIML: 1978, *Vocabulary of legal metrology – Fundamental terms*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

NOTE – For definitions of additional terms in this standard, reference should be made to IEC 50(801) and the OIML Vocabulary of legal metrology.

3.1 bandpass filter: Filter with a single transmission band (or passband with small relative attenuation) extending from a lower bandedge frequency greater than zero to a finite upper bandedge frequency.

3.2 octave ratio: Nominal frequency ratio of 2:1; general symbol G .

NOTES

1 This standard permits two options, designated base-ten and base-two, for determining an octave-band, or fractional-octave-band, frequency ratio.

2 For base-ten systems,

$$G_{10} = 10^{3/10} \quad (1)$$

3 For base-two systems,

$$G_2 = 2 \quad (2)$$

4 The base-ten system is preferred.

3.3 bandwidth designator: Reciprocal of a positive integer, including 1, to designate the fraction of an octave band; symbol $1/b$.

3.4 reference frequency: Frequency of 1 000 Hz, exactly; symbol f_r .

3.5 exact midband frequency: In hertz, a frequency that has a specified relationship to the reference frequency such that the ratio of the exact midband frequencies of any two contiguous bandpass filters is the same for all filters in a filter set of a specified bandwidth; symbol f_m . When the denominator of the bandwidth designator is an odd number, exact midband frequencies of any filter in a set of filters are determined from:

$$f_m = (G^{x/b}) (f_r) \quad (3)$$

and when the denominator of the bandwidth designator is an even number, exact midband frequencies of any filter in a set of filters are determined from:

$$f_m = (G^{(2x+1)/(2b)}) (f_r) \quad (4)$$

where x is any integer, positive, negative, or zero.

NOTES

1 Les fréquences médianes exactes déterminées à partir des équations (3) ou (4) permettent de combiner la sortie des filtres de bande étroite de fraction d'octave pour obtenir le niveau de sortie d'un filtre de bande passante plus large de fréquence médiane exacte et de fréquences latérales correspondantes.

2 Dans un système à base dix, les fréquences médianes exactes incluses dans n'importe quel domaine de fréquence de rapport 10:1 sont les mêmes que dans n'importe quel autre domaine de fréquence de rapport 10:1, à l'exception de la position du signe décimal. Dans le système à base deux, les fréquences médianes exactes sont uniques et ne se répètent pas.

3 A titre d'exemple, pour des filtres de bande d'un tiers d'octave, la fréquence médiane exacte pour la bande, dont la fréquence médiane nominale est 5 000 Hz, est égale à 5 011,872 Hz à la troisième décimale près dans le système à base dix et à 5 039,684 Hz dans le système à base deux, soit une différence approximative de 0,6 %. A la fréquence médiane nominale de 50 000 Hz, la fréquence médiane exacte est égale à 50 118,723 Hz dans le système à base dix et à 50 796,834 Hz dans le système à base deux, soit approximativement une différence de 1,4 %.

4 Lorsque le dénominateur de l'indicateur de bande passante est un nombre impair, un des filtres de l'ensemble complet de filtres peut avoir une fréquence médiane de 1 000 Hz. Lorsque le dénominateur de l'indicateur de bande passante est un nombre pair, la fréquence latérale d'une paire de filtres adjacents dans un ensemble complet de filtres peut être de 1 000 Hz, et par conséquent aucun des filtres n'aura une fréquence médiane égale à 1 000 Hz.

5 Les fréquences médianes exactes des filtres de bande d'octave et de bande d'un tiers d'octave sont fournies dans le tableau A.1 pour le domaine habituel des audiofréquences.

3.6 fréquences médianes nominales: Fréquences médianes arrondies, exprimées en hertz, qui désignent les filtres passe-bande.

3.7 fréquences latérales: Fréquences des limites supérieure et inférieure de la bande passante d'un filtre passe-bande telles que la fréquence médiane exacte soit la moyenne géométrique des fréquences latérales supérieure et inférieure; elles sont respectivement symbolisées par f_1 et f_2 et exprimées en hertz. Les fréquences latérales sont déterminées à partir de:

$$f_1 = (G^{-1/(2b)}) (f_m) \quad (5)$$

et

$$f_2 = (G^{+1/(2b)}) (f_m) \quad (6)$$

où

G représente un rapport de fréquences d'octave calculé selon l'équation (1) pour le système à base dix ou selon l'équation (2) pour le système à base deux;

f_m est une fréquence médiane exacte calculée à partir de l'équation (3) ou (4).

3.8 fréquence réduite: Rapport, pour un filtre passe-bande, de la fréquence à la fréquence médiane exacte; symbolisée par f/f_m .

3.9 bande passante d'un filtre: Pour un filtre donné, différence entre la fréquence latérale supérieure f_2 et la fréquence latérale inférieure correspondante f_1 ; f_1 et f_2 sont calculées à partir des équations (5) et (6) et sont exprimées en hertz.

3.10 filtre de bande d'octave: Filtre passe-bande pour lequel le rapport nominal de la fréquence latérale supérieure à la fréquence latérale inférieure est 2.

NOTES

- 1 Exact midband frequencies determined from equation (3) or (4) permit the output of narrow-fractional-octave-band filters to be combined to yield the band level of a filter of wider-bandwidth with a corresponding exact midband frequency and corresponding bandedge frequencies.
- 2 With the base-ten system, midband frequencies included within any 10:1 frequency range are the same as within any other 10:1 frequency range except for the position of the decimal sign. With the base-two system, midband frequencies are unique and do not repeat.
- 3 As examples, for one-third-octave-band filters, the exact midband frequency for the band with a nominal midband frequency of 5 000 Hz is 5 011,872 Hz to three decimal places by the base-ten system and 5 039,684 Hz by the base-two system, or a difference of approximately 0,6 %. At a nominal midband frequency of 50 000 Hz, the exact midband frequency is 50 118,723 Hz by the base-ten system and 50 796,834 Hz by the base-two system, or an approximate difference of 1,4 %.
- 4 When the denominator of the bandwidth designator is an odd number, one of the filters in a complete filter set may have a midband frequency of 1 000 Hz. When the denominator of the bandwidth designator is an even number, the bandedge frequency of one adjacent pair of filters in a complete filter set may be at 1 000 Hz and therefore none of the filters will have a midband frequency of 1 000 Hz.
- 5 Exact midband frequencies for octave-band and one-third-octave-band filters are given in table A.1 for the usual range of audio frequencies.

3.6 nominal midband frequencies: In hertz, rounded midband frequencies for the designation of bandpass filters.

3.7 bandedge frequencies: In hertz, frequencies of the lower and upper edges of the passband of a bandpass filter such that the exact midband frequency is the geometric mean of the lower and upper bandedge frequencies; symbols f_1 and f_2 , respectively. Bandedge frequencies are determined from:

$$f_1 = (G^{-1/(2b)}) (f_m) \quad (5)$$

and

$$f_2 = (G^{+1/(2b)}) (f_m) \quad (6)$$

where

G represents an octave frequency ratio calculated according to equation (1) for base-ten systems or (2) for base-two systems;

f_m is an exact midband frequency determined from equation (3) or (4).

3.8 normalized frequency: For a bandpass filter, ratio of frequency to the exact midband frequency; symbol f/f_m .

3.9 filter bandwidth: In hertz, for a given filter, upper bandedge frequency f_2 minus the corresponding lower bandedge frequency f_1 calculated from equations (5) and (6).

3.10 octave-band filter: Bandpass filter for which the nominal ratio of upper bandedge frequency to lower bandedge frequency is two.

3.11 filtre de fraction d'octave: Filtre passe-bande pour lequel le rapport de la fréquence latérale supérieure f_2 à la fréquence latérale inférieure f_1 est égal au rapport d'octave élevé à une puissance égale à l'indicateur de bande passante qui s'y applique.

NOTE – Symboliquement, le rapport des fréquences latérales est f_2/f_1 égal à $G^{1/b}$.

3.12 affaiblissement du filtre: En décibels, pour un filtre passe-bande, pour n'importe quelle fréquence, c'est le niveau de la tension moyenne quadratique du signal d'entrée moins le niveau indiqué de la tension moyenne quadratique du signal de sortie, les deux niveaux de tension étant relatifs à la même tension de référence; symbolisé par A .

NOTE – Symboliquement, le niveau de la moyenne quadratique d'un signal d'entrée L_{in} , en décibels, est représenté par:

$$L_{in} = 10 \lg \left(\left[(1/T) \int_0^T V_{in}^2(t) dt \right] / V_0^2 \right) \text{ dB} \quad (7)$$

où

$V_{in}(t)$ est la valeur instantanée du signal d'entrée en fonction du temps t ;

T est la période d'intégration;

V_0 est une grandeur de référence appropriée, telle que 20 μV .

Une expression similaire s'applique pour le niveau de la moyenne quadratique du signal de sortie.

3.13 affaiblissement de référence: Valeur nominale de l'affaiblissement d'un filtre dans sa bande passante telle qu'elle est spécifiée par le constructeur pour tous les filtres passe-bande d'un appareil, symbolisée par A_{ref} et exprimée en décibels; elle sert à déterminer l'affaiblissement relatif.

3.14 affaiblissement relatif: Pour un filtre passe-bande et pour une fréquence donnée, différence entre l'affaiblissement du filtre et l'affaiblissement de référence; symbolisé par ΔA et exprimé en décibels.

NOTE – A n'importe quelle fréquence réduite f/f_m , l'affaiblissement relatif $\Delta A(f/f_m)$, en décibels, est déterminé à partir de:

$$\Delta A(f/f_m) = A(f/f_m) - A_{ref} \quad (8)$$

où

$A(f/f_m)$ est l'affaiblissement du filtre à la fréquence réduite f/f_m ;

A_{ref} est l'affaiblissement de référence.

Les fréquences médianes exactes f_m sont calculées à partir de l'équation (3) ou (4).

3.15 bande passante effective réduite: Pour des signaux électriques sinusoïdaux d'entrée d'amplitude constante, c'est l'intégrale sur la fréquence réduite du rapport de la moyenne quadratique (du signal) indiquée par le système de lecture à la sortie d'un ensemble de filtres et de la tension moyenne quadratique du signal d'entrée; le rapport des moyennes quadratiques du signal est réduit en le multipliant par une constante égale à $10^{0,1 A_{ref}}$ où A_{ref} est l'affaiblissement de référence; elle est exprimée en décibels et symbolisée par B_e .

NOTE – L'expression analytique de la bande passante effective réduite est donnée en 4.5.2

3.11 fractional-octave-band filter: Bandpass filter for which the ratio of upper band-edge frequency f_2 to lower bandedge frequency f_1 is an octave ratio raised to an exponent equal to the applicable bandwidth designator.

NOTE – In symbols, a bandedge frequency ratio is $f_2/f_1 = G^{1/b}$.

3.12 filter attenuation: In decibels, for a bandpass filter, at any frequency, the level of the time-mean-square input signal minus the level of the indicated time-mean-square output signal, with both signal levels relative to the same reference quantity; symbol A .

NOTE – In symbols, a time-mean-square input signal level L_{in} , in decibels, is represented by:

$$L_{in} = 10 \lg \left(\left[(1/T) \int_0^T V_{in}^2(t) dt \right] / V_0^2 \right) \text{ dB} \quad (7)$$

where

$V_{in}(t)$ is the instantaneous input signal as a function of time t ;

T is the elapsed time for integration;

V_0 is an appropriate reference quantity such as 20 μV .

A corresponding expression applies for the level of the time-mean-square output signal.

3.13 reference attenuation: In decibels, for all bandpass filters in an instrument, nominal filter attenuation in the passband as specified by the manufacturer for determining relative attenuation; symbol A_{ref} .

3.14 relative attenuation: In decibels, for a bandpass filter, at any frequency, filter attenuation minus the reference attenuation; symbol ΔA .

NOTE – At any normalized frequency f/f_m , relative attenuation $\Delta A(f/f_m)$, in decibels, is determined from:

$$\Delta A(f/f_m) = A(f/f_m) - A_{ref} \quad (8)$$

where

$A(f/f_m)$ is the filter attenuation at normalized frequency f/f_m ;

A_{ref} is the reference attenuation.

Exact midband frequencies f_m are calculated from equation (3) or (4).

3.15 normalized effective bandwidth: For constant-amplitude sinusoidal electrical input signals, integral over normalized frequency of the ratio of the time-mean-square signal indicated by the readout device at the output of the filter set to the time-mean-square input signal; the ratio of time-mean-square signal is normalized by multiplying by a constant equal to $10^{0,1 A_{ref}}$ where A_{ref} is the reference attenuation, in decibels; symbol B_e .

NOTE – The analytical expression for normalized effective bandwidth is given in 4.5.2.

3.16 bande passante de référence réduite: Pour un filtre passe-bande, c'est le rapport de la bande passante d'un filtre à la fréquence médiane exacte; symbolisée par B_r .

NOTE – La bande passante réduite de référence B_r est déterminée à partir de:

$$\begin{aligned} B_r &= (f_2 - f_1)/f_m \\ &= [G^{+1/(2b)} - G^{-1/(2b)}] \end{aligned} \quad (9)$$

3.17 réponse intégrée du filtre: Dix fois le logarithme décimal du rapport de la bande passante effective réduite du filtre à la bande passante de référence réduite; symbolisée par ΔB et exprimée en décibels.

NOTE – L'expression analytique pour ΔB est donnée en 4.5.1.

3.18 gamme de niveau de référence: Une des gammes de niveau exprimées en décibels et disponibles dans l'appareil, telle qu'elle est spécifiée par le constructeur pour les essais concernant les caractéristiques électriques.

3.19 niveau de référence du signal d'entrée: Niveau du signal d'entrée, spécifié par le constructeur et exprimé en décibels, sur la gamme de référence.

3.20 différence de niveau: Pour un filtre passe-bande et pour n'importe quelle gamme de niveau, différence entre le niveau du signal de sortie et le niveau du signal d'entrée, exprimée en décibels et additionnée de l'affaiblissement nominal du sélecteur de gamme le cas échéant.

3.21 différence de niveau de référence: Différence de niveau mesurée en décibels sur la gamme de niveau de référence, pour un signal d'entrée de fréquence égale à la fréquence médiane et de niveau égal au niveau de référence du signal d'entrée.

3.22 erreur de linéarité de niveau: Ecart, exprimé en décibels, et quelle que soit la gamme de niveau, entre la différence de niveau pour la fréquence médiane et la différence de niveau de référence.

3.23 domaine de fonctionnement linéaire: Pour une bande passante de filtre spécifiée et une gamme de niveaux spécifiée, étendue des niveaux, exprimée en décibels pour des signaux d'entrée sinusoïdaux permanents sur laquelle les erreurs de linéarité de niveau sont maintenues à l'intérieur des tolérances spécifiées, depuis la limite inférieure jusqu'à la limite supérieure.

3.24 sélecteur de gamme: Dispositif qui ajuste la sensibilité d'un appareil en fonction des changements du niveau du signal d'entrée de manière à maintenir le fonctionnement général de l'appareil dans le domaine de fonctionnement linéaire.

3.25 domaine de mesure: En décibels, pour n'importe quelle fréquence médiane nominale, c'est la limite supérieure du niveau du signal d'entrée pour le domaine de fonctionnement linéaire de la gamme la moins sensible, moins la limite inférieure du niveau du signal d'entrée pour le domaine de fonctionnement linéaire de la gamme la plus sensible.

3.26 filtre analogique: Filtre agissant de manière continue sur le signal d'entrée pour fournir un signal filtré en sortie.

3.16 normalized reference bandwidth: For a bandpass filter, ratio of filter bandwidth to the exact midband frequency; symbol B_r .

NOTE – Normalized reference bandwidth B_r is determined from:

$$\begin{aligned} B_r &= (f_2 - f_1)/f_m \\ &= [G^{+1/(2b)} - G^{-1/(2b)}] \end{aligned} \quad (9)$$

3.17 filter integrated response: In decibels, ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the normalized effective bandwidth of a filter to the normalized reference bandwidth; symbol ΔB .

NOTE – The analytical expression for ΔB is given in 4.5.1.

3.18 reference level range: In decibels, one of the available level ranges specified by the manufacturer for testing electrical performance characteristics.

3.19 reference input signal level: In decibels, level of the input signal, specified by the manufacturer, on the reference level range.

3.20 level difference: In decibels, for a bandpass filter on any level range, output signal level minus the input signal level plus the nominal attenuation of the level range control, if applicable.

3.21 reference level difference: In decibels, on the reference level range, level difference for an input signal at the applicable reference input signal level at the midband frequency.

3.22 level linearity error: In decibels, on any level range, a level difference at the mid-band frequency minus the reference level difference.

3.23 linear operating range: In decibels, for a stated filter bandwidth and a stated level range, the extent of steady sinusoidal input signal levels over which level linearity errors are maintained within specified tolerances from a lower boundary to an upper boundary.

3.24 level range control: A device for adjusting the sensitivity of an instrument in response to changes in the level of the input signal in order to maintain the overall operation of the instrument within the linear operating range.

3.25 measurement range: In decibels, for any nominal midband frequency, the upper boundary of the input signal level for the linear operating range on the least-sensitive level range minus the lower boundary of the input signal level for the linear operating range on the most-sensitive level range.

3.26 analogue filter: Filter that operates continuously on the input signal to produce a filtered output.

3.27 filtre à données échantillonnées: Processus de calcul qui agit sur les échantillons du signal d'entrée pour fournir un signal filtré en sortie.

3.28 filtre numérique: Variante du filtre à données échantillonnées qui agit sur les données des échantillons numérisées du signal d'entrée.

3.29 fonctionnement en temps réel: Un mode de fonctionnement où la capacité d'un ensemble de filtre à données échantillonnées de produire des niveaux de sortie du signal filtrés en bande passante et pour lequel, en moyenne, le calcul associé à chaque intervalle d'échantillonnage est achevé en un temps inférieur ou égal à l'intervalle d'échantillonnage de telle sorte que toutes les données d'entrée sont calculées durant l'intervalle d'échantillonnage et que tous les échantillons du signal d'entrée contribuent avec un poids égal aux niveaux des signaux de sorties filtrés résultants.

3.30 composantes de fréquences dans la zone de repliement du spectre: Composantes de fréquences erronées dans le signal de sortie d'un filtre passe-bande à données échantillonnées qui apparaissent si un signal d'entrée variant dans le temps, mais continu, est échantillonné à une cadence qui est trop basse en comparaison de la composante de fréquence la plus élevée du signal d'entrée.

3.31 filtre anti-repliement: Filtre passe-bas destiné à réduire à un niveau non significatif la contribution des composantes de fréquence erronées dans le signal de sortie.

4 Prescriptions concernant les performances

4.1 Généralités

Les caractéristiques des réponses électriques spécifiées dans cette norme concernant les filtres de bande d'octave et de bande de fraction d'octave s'appliquent dans les conditions d'environnement de référence de 4.13.

N'importe quelle réalisation de filtres, avec un rapport de fréquences d'octave en base dix ou en base deux peut être utilisée pourvu que l'appareil résultant satisfasse à toutes les prescriptions applicables de cette norme.

4.2 Fréquences médianes nominales

Les filtres de bande d'octave et de bande de fraction d'octave doivent être identifiés ou étiquetés, avec les fréquences médianes nominales qui sont les valeurs convenablement arrondies des fréquences médianes exactes. L'annexe A fournit les fréquences médianes exactes et nominales pour les filtres de bande d'octave et de bande d'un tiers d'octave. Une procédure est décrite pour déterminer les fréquences médianes nominales pour des filtres de fraction de bande d'octave avec indicateurs de bande passante compris entre 1/4 et 1/24.

4.3 Affaiblissement de référence

Le constructeur doit spécifier l'affaiblissement de référence dans la bande passante. L'affaiblissement de référence doit être le même pour tous les filtres dans un ensemble de filtres.

3.27 sampled-data filter: Computational process that operates on samples of the input signal to produce a filtered output.

3.28 digital filter: Subset of sampled-data filters that operates on digitized samples of input data.

3.29 real-time operation: An operational mode or capability of a sampled-data filter system to produce bandpass-filtered output signal levels and for which, on average, the computing associated with each sampling interval is completed in a time period less than or equal to the sampling interval such that all input data are processed within the sampling interval and all samples of an input signal contribute with equal weight to the resulting filtered output signal levels.

3.30 aliased frequency components: Spurious frequency components in the output signal from a sampled-data bandpass filter that result when a time-varying, but continuous, input signal is sampled at a rate that is too low compared with the highest frequency component of the input signal.

3.31 anti-alias filter: Low-pass filter to reduce the contribution of aliased frequency components in the output to an insignificant level.

4 Performance requirements

4.1 General

Electrical response characteristics specified in this standard for octave-band and fractional-octave-band filters apply under the reference environmental conditions of 4.13.

Any filter design realization, with a base-ten or a base-two octave frequency ratio, may be utilized providing the resulting instrument complies with all applicable requirements of this standard.

4.2 Nominal midband frequencies

Octave-band and fractional-octave-band filters shall be identified, or labelled, by nominal midband frequencies that are suitably rounded values of exact midband frequencies. Annex A provides exact and nominal midband frequencies for octave-band and one-third-octave-band filters. A procedure is described for determining the nominal midband frequencies for fractional-octave-band filters with bandwidth designators from 1/4 to 1/24.

4.3 Reference attenuation

The manufacturer shall specify the reference attenuation in the passband. The reference attenuation shall be the same for all filters in a set of filters.

4.4 Affaiblissement relatif

4.4.1 Pour les filtres de bande d'octave de classe 0, 1 ou 2, l'affaiblissement relatif de n'importe quel filtre doit être compris dans les limites des affaiblissements relatifs maximal et minimal pour les valeurs spécifiées de la fréquence réduite $f/f_m = \Omega$ de bande d'octave, spécifiées dans le tableau 1.

4.4.2 Pour un filtre de bande de fraction d'octave ayant le désignateur de bande passante $1/b$, la fréquence réduite de la bande de fraction d'octave équivalente en haute fréquence $\Omega_{h(1/b)}$, correspondant à une limite finie de l'affaiblissement relatif pour la classe de précision doit être calculée, pour $\Omega \geq 1$, à partir de:

$$\Omega_{h(1/b)} = 1 + [(G^{1/(2b)} - 1)/(G^{1/2} - 1)](\Omega - 1) \quad (10)$$

Pour $\Omega < 1$, la fréquence réduite de la bande de fraction d'octave équivalente en basse fréquence $\Omega_{l(1/b)}$ doit être calculée à partir de:

$$\Omega_{l(1/b)} = 1/\Omega_{h(1/b)} \quad (11)$$

pour la même limite d'affaiblissement relatif.

NOTE – L'annexe B fournit un exemple de calcul des fréquences réduites aux points particuliers pour les limites d'affaiblissement relatif minimal et maximal pour des filtres de bande d'un tiers d'octave.

4.4.3 Aux fréquences réduites Ω_a et Ω_b fournies dans le tableau 1 pour des filtres de bande d'octave, ou entre les fréquences réduites comparables de bande de fraction d'octave calculées conformément à l'équation (10) ou (11) pour des filtres de bande d'une fraction d'octave, la limite de l'affaiblissement relatif ΔA_x à une fréquence réduite Ω_x doit être déterminée à partir de la relation d'interpolation linéaire:

$$\Delta A_x = \Delta A_a + [\Delta A_b - \Delta A_a][\lg(\Omega_x/\Omega_a)/\lg(\Omega_b/\Omega_a)] \quad (12)$$

où

ΔA_a est la limite d'affaiblissement relatif à la fréquence réduite Ω_a ;

ΔA_b est la limite d'affaiblissement relatif à la fréquence réduite Ω_b .

4.4 Relative attenuation

4.4.1 For octave-band filters of class 0, 1, or 2, the relative attenuation of any filter shall be within the limits in table 1 for the minimum and maximum relative attenuations at the specified values of octave-band normalized frequency $f/f_m = \Omega$.

4.4.2 For a fractional-octave-band filter with bandwidth designator $1/b$, the high-frequency fractional-octave-band normalized frequency $\Omega_{h(1/b)}$, corresponding to a finite relative attenuation limit for the accuracy class shall be calculated, for $\Omega \geq 1$, from:

$$\Omega_{h(1/b)} = 1 + [(G^{1/(2b)} - 1)/(G^{1/2} - 1)](\Omega - 1) \quad (10)$$

For $\Omega < 1$, the low-frequency fractional-octave-band normalized frequency $\Omega_{l(1/b)}$ shall be calculated from:

$$\Omega_{l(1/b)} = 1/\Omega_{h(1/b)} \quad (11)$$

for the same limit on relative attenuation.

NOTE – Annex B provides an example calculation of the normalized frequencies at the breakpoints for the limits on minimum and maximum relative attenuation for one-third-octave-band filters.

4.4.3 At normalized frequencies Ω_a and Ω_b given in table 1 for octave-band filters, or between comparable normalized fractional-octave-band frequencies calculated according to equation (10) or (11) for fractional-octave-band filters, the limit for relative attenuation ΔA_x at normalized frequency Ω_x shall be determined from the linear interpolation relation:

$$\Delta A_x = \Delta A_a + [\Delta A_b - \Delta A_a][\lg(\Omega_x/\Omega_a)/\lg(\Omega_b/\Omega_a)] \quad (12)$$

where

ΔA_a is a relative attenuation limit at normalized frequency Ω_a ;

ΔA_b is a relative attenuation limit at normalized frequency Ω_b .

Tableau 1 – Limites de l'affaiblissement relatif des filtres de bande d'octave

Fréquence réduite $f/f_m = \Omega$	Limites minimale, maximale de l'affaiblissement dB		
	Classe de filtre		
	0	1	2
G^0	-0,15; +0,15	-0,3; +0,3	-0,5; +0,5
$G^{\pm 1/8}$	-0,15; +0,2	-0,3; +0,4	-0,5; +0,6
$G^{\pm 1/4}$	-0,15; +0,4	-0,3; +0,6	-0,5; +0,8
$G^{\pm 3/8}$	-0,15; +1,1	-0,3; +1,3	-0,5; +1,6
$< G^{+1/2}$ ----- $> G^{-1/2}$	-0,15; +4,5	-0,3; +5,0	-0,5; +5,5
$G^{\pm 1/2^*}$	+2,3; +4,5	+2,0; +5,0	+1,6; +5,5
$G^{\pm 1}$	+18,0; +∞	+17,5; +∞	+16,5; +∞
$G^{\pm 2}$	+42,5; +∞	+42; +∞	+41; +∞
$G^{\pm 3}$	+62; +∞	+61; +∞	+55; +∞
$\geq G^{+4}$	+75; +∞	+70; +∞	+60; +∞
$\leq G^{-4}$	+75; +∞	+70; +∞	+60; +∞
* Aux fréquences plus basses que la fréquence latérale inférieure et plus grandes que la fréquence latérale supérieure, la limite de l'affaiblissement relatif maximal est +∞; voir figure 1.			

4.4.4 La figure 1 illustre les limites d'affaiblissement relatif minimal et maximal pour un filtre de bande d'octave. La figure montre également les changements discontinus de l'affaiblissement relatif minimal et maximal aux fréquences latérales et la variation linéaire des limites d'affaiblissement relatif entre les fréquences de transition réduites du tableau 1.

Table 1 – Limits on relative attenuation for octave-band filters

Normalized frequency $f/f_m = \Omega$	Minimum; maximum attenuation limits dB		
	Filter class		
	0	1	2
G^0	-0,15; +0,15	-0,3; +0,3	-0,5; +0,5
$G^{\pm 1/8}$	-0,15; +0,2	-0,3; +0,4	-0,5; +0,6
$G^{\pm 1/4}$	-0,15; +0,4	-0,3; +0,6	-0,5; +0,8
$G^{\pm 3/8}$	-0,15; +1,1	-0,3; +1,3	-0,5; +1,6
$< G^{+1/2}$ ----- $> G^{-1/2}$	-0,15; +4,5	-0,3; +5,0	-0,5; +5,5
$G^{\pm 1/2^*}$	+2,3; +4,5	+2,0; +5,0	+1,6; +5,5
$G^{\pm 1}$	+18,0; + ∞	+17,5; + ∞	+16,5; + ∞
$G^{\pm 2}$	+42,5; + ∞	+42; + ∞	+41; + ∞
$G^{\pm 3}$	+62; + ∞	+61; + ∞	+55; + ∞
$\geq G^{+4}$	+75; + ∞	+70; + ∞	+60; + ∞
$\leq G^{-4}$	+75; + ∞	+70; + ∞	+60; + ∞
* At frequencies less than the lower band-edge frequency and greater than the upper band-edge frequency, the limit on maximum relative attenuation is + ∞ ; see figure 1.			

4.4.4 Figure 1 illustrates the limits on minimum and maximum relative attenuation for an octave-band filter. The figure also shows the discontinuous changes in minimum and maximum relative attenuation at the band-edge frequencies and the linear variation of relative attenuation limits between the breakpoint normalized frequencies of table 1.

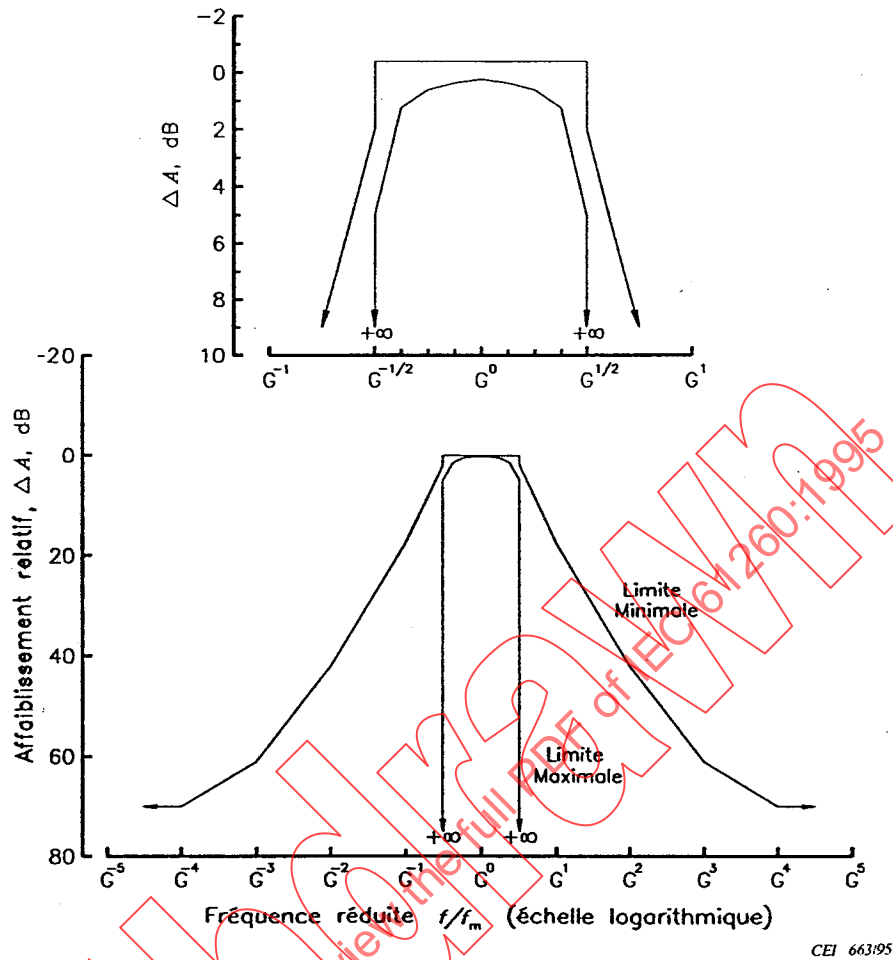


Figure 1 – Illustration des limites minimale et maximale de l'affaiblissement relatif pour les filtres de bandes d'octave de classe 1

4.5 Réponse intégrée du filtre

4.5.1 Pour un filtre passe-bande, la réponse intégrée du filtre ΔB , en décibels, doit être déterminée à partir de:

$$\Delta B = 10 \lg(B_e/B_r) \quad (13)$$

où

B_e est la bande passante effective réduite;

B_r est la bande passante réduite de référence issue de l'équation (9) pour la même fréquence médiane.

4.5.2 Pour n'importe quel filtre de fréquence médiane exacte f_m , la bande passante effective réduite est représentée par:

$$B_e = \int_0^{\infty} 10^{-0,1 \Delta A(f/f_m)} d(f/f_m) \quad (14)$$

où

$\Delta A(f/f_m)$ est la réponse du filtre d'affaiblissement relatif continu, en décibels. En pratique, l'intégrale de l'équation (14) est évaluée numériquement; voir 5.4.

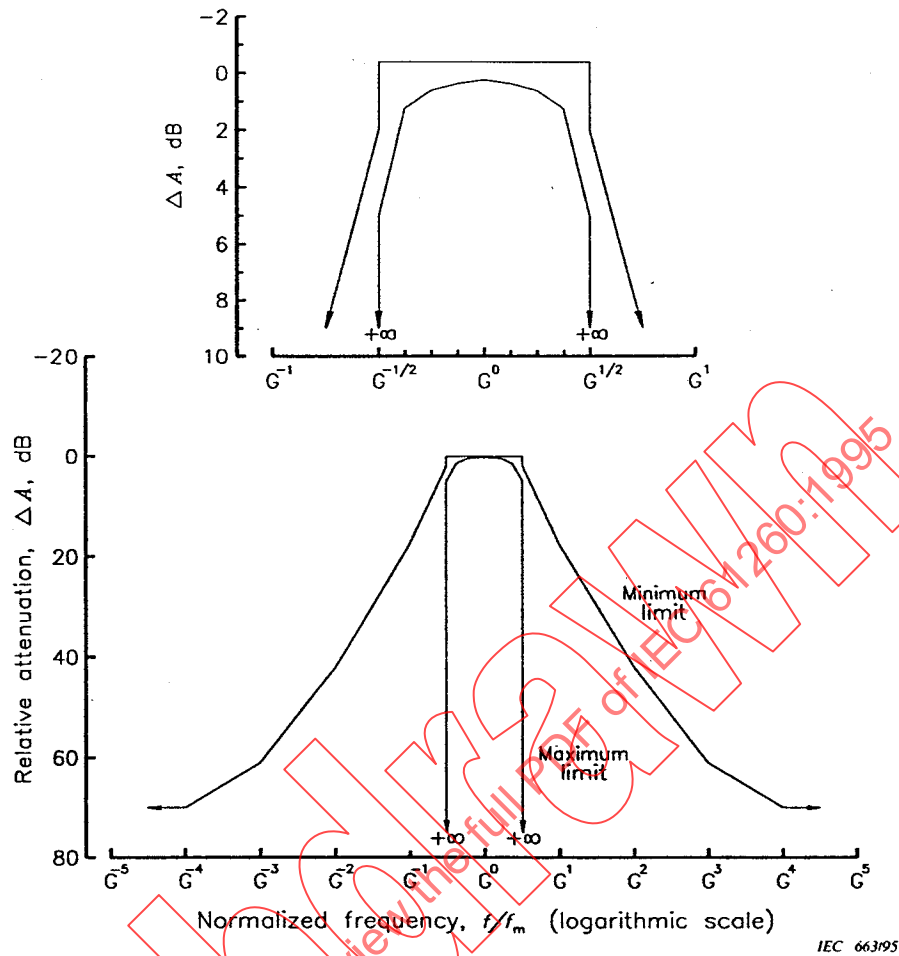


Figure 1 – Illustration of minimum and maximum limits on relative attenuation for class 1 octave-band filters

4.5 Filter integrated response

4.5.1 For a bandpass filter, filter integrated response ΔB , in decibels, shall be determined from

$$\Delta B = 10 \lg(B_e/B_r) \quad (13)$$

where

B_e is the normalized effective bandwidth;

B_r is the normalized reference bandwidth from equation (9) for the same midband frequency.

4.5.2 For any filter of exact midband frequency f_m , normalized effective bandwidth is represented by:

$$B_e = \int_0^{\infty} 10^{-0,1 \Delta A(f/f_m)} d(f/f_m) \quad (14)$$

where

$\Delta A(f/f_m)$ is the continuous relative-attenuation filter response, in decibels. In practice, the integral in equation (14) is evaluated numerically; see 5.4.

4.5.3 Pour chaque filtre passe-bande dans un appareil, la réponse intégrée du filtre ne doit pas dépasser respectivement $\pm 0,15$ dB, $\pm 0,3$ dB et $\pm 0,5$ dB pour les appareils de classes 0, 1 et 2.

4.6 *Domaine de fonctionnement linéaire*

4.6.1 Pour toutes les bandes passantes d'un filtre et lorsque la réponse plate en fréquence est fournie et pour chaque gamme de niveau disponible, les erreurs de linéarité de niveau sur le domaine de fonctionnement linéaire ne doivent pas dépasser respectivement $\pm 0,3$ dB, $\pm 0,4$ dB et $\pm 0,5$ dB sur un domaine de fonctionnement linéaire d'au moins 60 dB, 50 dB et 40 dB respectivement pour des filtres de classes 0, 1 et 2.

4.6.2 Les gammes de niveau, si plus d'une est disponible, doivent se chevaucher de telle sorte que les domaines de fonctionnement linéaire se chevauchent sur au moins 40 dB pour les filtres de classe 0 et de classe 1 et sur au moins 30 dB pour les filtres de classe 2.

4.6.3 Pour des filtres ayant plus d'une gamme de niveau, un domaine de fonctionnement linéaire réduit est autorisé sur la gamme la plus sensible, à condition que ce ne soit pas la gamme de référence de niveau.

4.6.4 Pour les filtres dont l'appareil indicateur est un composant intégré ou lorsque le signal de sortie du filtre est transféré à un affichage externe ou à un autre système et si le domaine d'affichage est plus grand que le domaine de fonctionnement linéaire, le constructeur doit spécifier les tolérances de linéarité de niveau qui subsistent en dehors du domaine de fonctionnement linéaire du filtre.

4.7 *Fonctionnement en temps réel*

Le constructeur doit définir les indicateurs de bande passante et les domaines de fréquence correspondants pour lesquels le niveau du signal de sortie en réponse à un signal d'entrée sinusoïdal d'amplitude constante, dont la variation logarithmique de la fréquence est constante, est à moins de $\pm 0,3$ dB près du niveau théorique du signal de sortie pour des appareils de classes 0 et 1, et à moins de $\pm 0,5$ dB près pour les appareils de classe 2. L'expression du niveau théorique du signal de sortie en réponse à un signal d'entrée sinusoïdal balayé en fréquence et d'amplitude constante est donnée en 5.6.

4.8 *Filtres anti-repliement*

Le constructeur doit inclure des filtres anti-repliement analogiques et numériques, selon le cas, dans un système de filtres à données échantillonnées ou numériques. Les filtres anti-repliement doivent réduire l'interférence entre un signal d'entrée et le processus d'échantillonnage qui créerait des composantes de fréquences dans la zone de repliement du spectre du signal d'entrée et entraînerait pour la réponse de l'affaiblissement relatif du filtre un dépassement de la valeur la plus grande pour les limites minimales applicables définies dans le tableau 1.

4.9 *Sommation des signaux de sortie*

Pour un signal d'entrée sinusoïdal de fréquence quelconque comprise entre deux fréquences médianes d'octave ou de fraction d'octave consécutives, la différence entre (a) le niveau du signal d'entrée diminué de l'affaiblissement de référence et (b) le niveau de la somme des moyennes quadratiques des signaux de sortie issus de différents filtres de bande passante spécifiée ne doit pas dépasser $\pm 1,0$ dB; $+1,0$ dB, $-2,0$ dB ou $+2,0$ dB, $-4,0$ dB respectivement pour des appareils de classes 0, 1 et 2.

4.5.3 For each bandpass filter in an instrument, the filter integrated response shall not exceed $\pm 0,15$ dB, $\pm 0,3$ dB, and $\pm 0,5$ dB for classes 0, 1 and 2 instruments, respectively.

4.6 *Linear operating range*

4.6.1 For all filter bandwidths, and for the flat frequency response if provided, and for each available level range, the level linearity errors on the linear operating range shall not exceed $\pm 0,3$ dB, $\pm 0,4$ dB, and $\pm 0,5$ dB respectively over linear operating ranges of at least 60 dB, 50 dB, and 40 dB for classes 0, 1, and 2 filters, respectively.

4.6.2 Level ranges, if more than one is provided, shall overlap such that the linear operating ranges overlap by at least 40 dB for class 0 and class 1 filters and at least 30 dB for class 2 filters.

4.6.3 For filters with more than one level range, a reduced linear operating range is allowed on the most sensitive range, provided it is not the reference level range.

4.6.4 For filters where a display is an integral component, or when the filter output is transferred to an external display or to another system, and the range of the display is greater than the linear operating range, the manufacturer shall specify the tolerances on level linearity that are maintained outside the linear operating range.

4.7 *Real-time operation*

The manufacturer shall state the bandwidth designators and corresponding frequency ranges for which the level of the output signal in response to a constant-amplitude sinusoidal input signal, the logarithm of the frequency of which is varied at a constant rate, is within $\pm 0,3$ dB of the theoretical output signal level for class 0 and class 1 instruments, and within $\pm 0,5$ dB for class 2 instruments. The expression for the theoretical output signal level in response to a constant-amplitude swept-frequency sinusoidal input signal is given in 5.6.

4.8 *Anti-alias filters*

The manufacturer shall include anti-alias filters, analogue and digital as appropriate, in a sampled-data or digital filter system. Anti-alias filters shall minimize interference between an input signal and the sampling process that would create aliased frequency components of the input signal and cause the relative attenuation response of a filter to exceed the greatest value of the applicable minimum limits of table 1.

4.9 *Summation of output signals*

For a sinusoidal input signal at any frequency between two consecutive octave or fractional-octave midband frequencies, the difference between (a) the level of the input signal minus the reference attenuation and (b) the level of the sum of the time-mean-square output signals from various filters of specified filter bandwidth shall not exceed $\pm 1,0$ dB; $+1,0$ dB, $-2,0$ dB and $+2,0$ dB, $-4,0$ dB for classes 0, 1, and 2 instruments, respectively.

4.10 Réponse plate en fréquence

Si un appareil a un domaine de transmission indépendant de la fréquence (c'est-à-dire courbe de réponse «plate»), le constructeur doit définir un domaine de fréquences sur lequel l'affaiblissement relatif est à $\pm 0,15$ dB, $\pm 0,3$ dB et $\pm 0,5$ dB près par rapport à l'affaiblissement relatif à la fréquence de référence pour les appareils de classes 0, 1 et 2 respectivement. L'affaiblissement de référence pour les mesures de l'affaiblissement relatif avec la réponse en fréquence plate est le même que celui pour l'affaiblissement relatif d'un filtre passe-bande.

4.11 Signal d'entrée maximal

Le constructeur doit indiquer la tension efficace maximale du signal sinusoïdal d'entrée sur chaque gamme de niveau, pour laquelle tout filtre de l'appareil satisfait aux prescriptions de cette norme.

4.12 Impédances terminales

Si cela s'applique, le constructeur doit indiquer les impédances terminales d'entrée et de sortie nécessaires pour être certain que le fonctionnement de l'appareil est correct.

4.13 Conditions d'environnement de référence

Les conditions d'environnement de référence comprennent une température de l'air ambiant de 20 °C, une humidité relative de 65 % et une pression atmosphérique de 101,3 kPa.

4.14 Sensibilité aux différents environnements

4.14.1 Température de l'air ambiant

Sur un domaine minimal de température de l'air ambiant compris entre 0 °C et +50 °C, l'affaiblissement relatif à la fréquence médiane nominale, pour n'importe quel filtre disponible dans l'appareil ne doit pas s'écarter de l'affaiblissement relatif à la même fréquence sous des conditions d'environnement de référence, de plus de $\pm 0,15$ dB, $\pm 0,3$ dB et $\pm 0,5$ dB respectivement pour des appareils de classes 0, 1 et 2.

4.14.2 Humidité relative

Le constructeur doit indiquer la plage d'humidité relative et la température d'air ambiant correspondante sur lesquelles l'appareil peut fonctionner de manière continue. Après une exposition de 24 h en atmosphère humide à une température d'air ambiant de + 40 °C et à une atmosphère d'humidité relative de 75 %, mais sans condensation sur les composants internes de l'appareil en essai, l'affaiblissement relatif à la fréquence médiane nominale de n'importe quel filtre disponible dans l'appareil ne doit pas s'écarter de l'affaiblissement relatif à la même fréquence dans les conditions d'environnement de référence, de plus de $\pm 0,15$ dB, $\pm 0,3$ dB et $\pm 0,5$ dB respectivement pour des appareils de classe 0, 1 et 2.

4.14.3 Champs magnétiques alternatifs

L'influence des champs magnétiques alternatifs à 50 Hz et 60 Hz (et aux harmoniques de la fréquence fondamentale) sur le fonctionnement d'un ensemble de filtres doit être réduite dans la mesure du possible.

4.10 *Flat frequency response*

If an instrument has a range of frequency-independent (i.e. "flat") transmission, the manufacturer shall state a range of frequencies over which the relative attenuation is within $\pm 0,15$ dB, $\pm 0,3$ dB, and $\pm 0,5$ dB of the relative attenuation at the reference frequency for classes 0, 1, and 2 instruments, respectively. The reference attenuation for measurements of relative attenuation with flat frequency response is the same as that for the relative attenuation of a bandpass filter.

4.11 *Maximum input signal*

The manufacturer shall state the maximum root-mean-square voltage of the sinusoidal input signal on each level range for which every filter in the instrument meets the requirements of this standard.

4.12 *Terminating impedances*

If applicable, the manufacturer shall state the input and output terminating impedances necessary to ensure proper operation of the instrument.

4.13 *Reference environmental conditions*

Reference environmental conditions include an ambient air temperature of 20 °C, a relative humidity of 65 %, and an atmospheric pressure of 101,3 kPa.

4.14 *Sensitivity to various environments*

4.14.1 *Ambient air temperature*

Over the minimum range of ambient temperature from 0 °C to + 50 °C, the relative attenuation for any filter available in the instrument and at the nominal midband frequency shall not deviate from the relative attenuation at the same frequency under reference environmental conditions by more than $\pm 0,15$ dB, $\pm 0,3$ dB, and $\pm 0,5$ dB for classes 0, 1, and 2 instruments, respectively.

4.14.2 *Relative humidity*

The manufacturer shall state the range of relative humidity and corresponding air temperature over which the instrument can operate continuously. After a 24 h exposure to the humid atmosphere at a relative humidity of 75 %, and at an ambient air temperature of +40 °C and without condensation on internal components of the instrument under test, the relative attenuation at the nominal midband frequency for any filter available in the instrument shall not deviate from the relative attenuation at the same frequency under reference environmental conditions by more than $\pm 0,15$ dB, $\pm 0,3$ dB, and $\pm 0,5$ dB for classes 0, 1, and 2 instruments, respectively.

4.14.3 *Alternating magnetic fields*

The influence of magnetic fields alternating at 50 Hz or 60 Hz (and at harmonics of the fundamental frequency) on the operation of a filter set shall be reduced as far as practicable.

4.14.4 *Décharges électrostatiques*

L'influence d'une décharge électrostatique sur le fonctionnement d'un ensemble de filtres doit être réduite dans la mesure du possible.

4.14.5 *Champs électromagnétiques en radiofréquence*

L'influence des champs électromagnétiques en radiofréquence sur le fonctionnement d'un ensemble de filtres doit être réduite dans la mesure du possible.

4.15 *Contrôle de l'alimentation*

Pour des appareils qui nécessitent une alimentation par pile, le constructeur doit fournir un moyen approprié pour contrôler que l'alimentation est adéquate au moment du contrôle, pour faire fonctionner l'appareil conformément à toutes les prescriptions de cette norme.

5 Méthodes d'essai

5.1 *Généralités*

Cet article décrit des méthodes d'essai qui peuvent être réalisées pour l'évaluation d'un modèle ou pour une vérification périodique afin de déterminer que les caractéristiques d'un ensemble de filtres restent contenues dans les limites des tolérances spécifiées à l'article 4. Le constructeur peut recommander des essais équivalents en remplacement de ceux décrits dans cet article 5 afin de démontrer que les caractéristiques satisfont à la présente norme. L'annexe C fournit des recommandations pour les essais qui peuvent être réalisés dans le cadre de l'approbation du modèle et de la vérification périodique.

Tous les résultats d'essai doivent faire référence aux conditions d'environnement de référence de 4.13. L'appareil en essai doit être connecté à une source d'alimentation électrique, mise sous tension et en fonctionnement pendant au moins le temps minimal spécifié par le constructeur avant de procéder aux essais.

5.2 *Appareils d'essai*

5.2.1 Tous les essais pour démontrer la conformité aux prescriptions de l'article 4, à l'exception des essais relatifs à la conformité de la limite en fréquence du fonctionnement en temps réel, utilisent des signaux sinusoïdaux permanents de différentes fréquences et de différents niveaux de signal. Les essais pour la détermination des fréquences limites pour le fonctionnement en temps réel utilisent un signal sinusoïdal d'amplitude constante et à fréquence variable ou à balayage de fréquence suivant une cadence logarithmique. Le générateur de signal, ou les générateurs, doit pouvoir produire des signaux d'essai sinusoïdaux dans tout le domaine de fréquences nécessaires pour les essais d'affaiblissement relatif de tous les filtres dans l'appareil en essai et pour toutes les bandes passantes ou tous les indicateurs de bande passante du filtre.

NOTE – L'intervalle entre les fréquences d'essai est donné par l'équation (15).

5.2.2 Quelle que soit la fréquence, la distorsion totale du signal sinusoïdal permanent, tenant compte de signaux parasites à la sortie du générateur de signal, ne doit pas dépasser 0,01 % au niveau maximal du signal utilisé pour l'essai. La fréquence du signal sinusoïdal d'essai doit être précise à $\pm 0,01$ % par rapport à la fréquence indiquée.

4.14.4 *Electrostatic discharges*

The influence of electrostatic discharge on the operation of a filter set shall be reduced as far as practicable.

4.14.5 *Radio-frequency electromagnetic fields*

The influence of radio-frequency electromagnetic fields on the operation of a filter set shall be reduced as far as practicable.

4.15 *Power supply check*

For instruments that require a battery power supply, the manufacturer shall provide a suitable means to check that the power supply is adequate, at the time of checking, to operate the instrument according to all requirements of this standard.

5 Test methods

5.1 *General*

This clause describes methods of tests that may be performed for pattern evaluation or for periodic verification to determine that the performance of a filter set continues to remain within the tolerances specified in clause 4. The manufacturer may recommend equivalent tests as alternatives to those described in this clause 5 for demonstrating compliance with the requirements of this standard. Annex C indicates recommendations for tests that may be performed for pattern evaluation and periodic verification.

All test results shall be referred to the reference environmental conditions of 4.13. The instrument under test shall be connected to a source of electrical power, turned on, and operated for at least the minimum time specified by the manufacturer before initiating any tests.

5.2 *Test instruments*

5.2.1 All tests to demonstrate compliance with the requirements of clause 4, except the tests to determine compliance with the frequency limit for real-time operation, utilize steady sinusoidal signals of various frequencies and signal levels. The tests for determining the frequency limits for real-time operation use a constant-amplitude sinusoidal signal the frequency of which is varied, or swept, at a logarithmic rate. The signal generator, or generators, shall be capable of producing sinusoidal test signals over the range of frequencies needed for the relative-attenuation tests of all filters in the instrument to be tested and for all filter bandwidths or bandwidth designators.

NOTE – The interval between the test frequencies is given in equation (15).

5.2.2 At any frequency, the total distortion of a steady sinusoidal signal, including spurious components, at the output of the signal generator shall not exceed 0,01 % at the maximum signal level used for a test. The frequency of a sinusoidal test signal shall be accurate within $\pm 0,01$ % of the indicated frequency.

5.2.3 Le niveau des signaux d'essai sinusoïdaux permanents doit pouvoir varier dans un domaine de 80 dB au moins.

5.2.4 Pour les filtres passe-bande qui sont conçus pour fonctionner avec des appareils de mesure qui satisfont aux prescriptions des sonomètres, il convient d'utiliser l'indicateur d'affichage de l'appareil pour mesurer le niveau du signal de sortie provenant de l'ensemble des filtres.

5.2.5 Pour les ensembles de filtres équipés de dispositifs de lecture de sortie numérique, ou disposant d'une sortie dans un format numérique spécifié par le constructeur (par exemple sur une connexion d'interface numérique), il convient de déterminer le niveau de sortie à partir de l'indication numérique ou par l'intermédiaire d'un dispositif indicateur convenable relié à la sortie numérique.

5.2.6 Pour les essais de fonctionnement en temps réel, le niveau de sortie du générateur de signal à balayage de fréquences doit être connu et doit être maintenu constant à $\pm 0,1$ dB près par rapport au niveau nominal du signal dans tout le domaine de fréquences correspondant au domaine choisi pour les fréquences médianes nominales. Pour chaque décade de fréquences parmi le domaine de fréquences couvert par le balayage de fréquences, la cadence logarithmique à laquelle la fréquence du signal d'essai varie doit être constante à ± 1 % près par rapport à la cadence nominale de balayage en fréquence.

5.3 Affaiblissement relatif

5.3.1 La caractéristique d'affaiblissement relatif de chaque filtre dans un ensemble de filtres doit être mesurée sur la gamme de référence de niveau. Le niveau des signaux d'entrée doit être égal à 1 dB près à la limite supérieure du domaine de fonctionnement linéaire.

5.3.2 Les entrée et sortie de l'appareil étant fermées, si nécessaire, sur les impédances spécifiées par le constructeur, on applique un signal sinusoïdal stable à l'entrée de l'ensemble de filtres. On mesure les niveaux des signaux d'entrée et de sortie aux fréquences appropriées.

5.3.3 Pour les essais d'approbation de modèle, et pour d'autres essais d'évaluation du filtre pour lesquels la fréquence du signal d'essai (et la mesure des niveaux d'entrée et de sortie du signal) est commandée automatiquement par un dispositif programmable, les fréquences du signal sinusoïdal d'essai sont espacées de préférence à des intervalles égaux sur une échelle logarithmique centrée autour de la fréquence médiane exacte. Si S est le nombre de fréquences d'essai par bande passante du filtre, la fréquence réduite f_i/f_m du i ème signal est déterminée à partir de:

$$f_i/f_m = [G^{1/(bS)}]^i \quad (15)$$

où

i est un entier positif ou négatif, y compris zéro. Le nombre de fréquences d'essai par bande passante de filtre, S ne doit pas être inférieur à 24. Le nombre des fréquences d'essai doit être supérieur à 24 par bande passante de filtre lorsque le taux de variation de l'affaiblissement relatif avec la fréquence est grande. L'augmentation du nombre de fréquences d'essai par bande passante doit se faire par pas de 12 jusqu'à ce que la réponse intégrée du filtre calculé soit indépendante de S au dixième de décibel près.

5.2.3 The level of the steady sinusoidal test signals shall be variable over at least an 80 dB range.

5.2.4 For bandpass filters that are designed to operate with measuring devices that comply with the requirements for sound level meters, the display indicator of the device should be used to measure the level of the output signal from the filter set.

5.2.5 For filter sets with digital readout devices, or with output that is available in a manufacturer-specified digital format (for example over a digital interface connection), the level of the output should be determined from the numeric readout or via the digital output to a suitable recording device.

5.2.6 For tests of real-time operation, the output level of the sweep-frequency signal generator shall be known and shall be maintained constant within $\pm 0,1$ dB of the nominal signal level over the frequency range for the selected range of nominal midband frequencies. For each 10:1 ratio of frequency over the range of frequencies covered by the frequency sweep, the logarithmic rate at which the frequency of the test signal is varied shall be constant within ± 1 % of the nominal sweep-frequency rate.

5.3 *Relative attenuation*

5.3.1 The relative attenuation characteristic of each filter in a filter set shall be measured on the reference level range. The level of the input signals shall be within 1 dB of the upper boundary of the linear operating range.

5.3.2 With the input and output of the instrument terminated, if necessary, with the impedances specified by the manufacturer, a steady sinusoidal signal is applied to the input of the filter set. The levels of input and output signals at appropriate frequencies are measured.

5.3.3 For pattern-evaluation tests, and other filter-performance-evaluation tests where the frequency of the test signal (and the measurement of input and output signal levels) is controlled automatically by a programmable device, the frequencies of the sinusoidal test signal are spaced preferably at equal intervals on a logarithmic scale centred around the exact midband frequency. If S is the number of test frequencies per filter bandwidth, the normalized frequency f_i/f_m of the i test signal is determined from:

$$f_i/f_m = [G^{1/(bS)}]^i \quad (15)$$

where

i is a positive or negative integer, including zero. The number of test frequencies per filter bandwidth, S , shall be not less than 24. The number of test frequencies shall be increased to more than 24 per filter bandwidth when the rate of change of relative attenuation with frequency is large. The increase in the number of test frequencies per bandwidth shall be in steps of 12 until the calculated filter integrated response is independent of S to the nearest tenth of a decibel.

5.3.4 L'affaiblissement relatif $\Delta A(f/f_m)$, quelle que soit la fréquence f , est déterminé à partir de l'équation (8).

5.3.5 Pour la vérification périodique de la conformité aux prescriptions d'affaiblissement relatif de 4.4, les fréquences du signal d'entrée peuvent être ramenées aux 17 fréquences réduites de bande d'octave ou de fraction d'octave correspondant aux fréquences réduites Ω du tableau 1. Une fréquence réelle d'essai pour un filtre de bande d'une fraction d'octave est calculée à partir des équations (10) et (11) conformément au système spécifié pour déterminer un rapport de fréquences d'octave et à l'indicateur de bande passante associé.

5.4 Réponse intégrée du filtre

5.4.1 La réponse intégrée du filtre doit être déterminée par l'équation (13) à partir de l'évaluation numérique de l'expression intégrale (14) pour la bande passante réduite effective, avec des affaiblissements relatifs mesurés comme décrit en 5.3.

5.4.2 Pour chaque filtre dans un ensemble de filtres, la procédure recommandée pour l'intégration numérique de l'équation (14) est la règle trapézoïdale de la sommation des surfaces élémentaires conforme à:

$$B_e = \sum_{i=-N}^{i=N} \frac{1}{2} \{ 10^{-0,1 \Delta A(f_i/f_m)} + 10^{-0,1 \Delta A(f_{i+1}/f_m)} \} [(f_{i+1}/f_m) - (f_i/f_m)] \quad (16)$$

où

$\Delta A(f_i/f_m)$ est l'affaiblissement relatif en décibels mesuré à la i ème fréquence réduite d'essai;

N doit être au moins égal à $5S = 120$ quelles que soient la bande passante et la classe de précision des filtres.

5.5 Domaine de fonctionnement linéaire

5.5.1 La linéarité de la réponse du filtre résultant des variations du niveau du signal à l'entrée doit être mesurée avec des signaux sinusoïdaux permanents. Les domaines de fonctionnement linéaire doivent être mesurés au moins pour les filtres de fréquences médianes nominales la plus basse et la plus élevée de toutes les bandes passantes de filtres pour lesquelles la conformité avec les prescriptions de cette norme est revendiquée, et avec la réponse plate en fréquence, si elle est prévue, au moins pour la fréquence la plus faible et la plus élevée du domaine de réponse en fréquence plate définies par le constructeur.

5.5.2 Pour chaque fréquence d'essai, les erreurs de linéarité de niveau sur n'importe quel domaine de niveau doivent être déterminées conformément à la définition 3.22 pour des pas de niveau du signal d'entrée ne dépassant pas 5 dB. La différence entre pas successifs du niveau du signal d'entrée doit être réduite à 1 dB pour la détermination des limites supérieure et inférieure d'un domaine de fonctionnement linéaire.

5.5.3 La durée de moyennage pendant une mesure doit être suffisamment longue pour établir une indication stable en considérant l'influence du bruit interne pour les faibles niveaux du signal d'entrée.

5.3.4 Relative attenuation $\Delta A(f/f_m)$ at any frequency f is determined from equation (8).

5.3.5 For periodic verification of compliance with the relative-attenuation requirements of 4.4, the input signal frequencies may be restricted to the 17 octave or fractional-octave-band normalized frequencies corresponding to the normalized frequencies Ω in table 1. An actual test frequency for a fractional-octave-band filter is calculated from equations (10) and (11) according to the specified system for determining an octave frequency ratio and the specified bandwidth designator.

5.4 Filter integrated response

5.4.1 Filter integrated response shall be determined from equation (13) based on numerical evaluation of the integral expression in equation (14) for normalized effective bandwidth, with relative attenuations measured as described in 5.3.

5.4.2 For each filter in a filter set, the recommended procedure for numerical integration of equation (14) is by the trapezoidal rule for summation of elemental areas according to:

$$B_e = \sum_{i=-N}^{i=N} \frac{1}{2} \{ 10^{-0,1 \Delta A(f_i/f_m)} + 10^{-0,1 \Delta A(f_{i+1}/f_m)} \} [(f_{i+1}/f_m) - (f_i/f_m)] \quad (16)$$

where

$\Delta A(f_i/f_m)$ is the relative attenuation in decibels measured at the i th normalized test frequency;

N shall be equal to or greater than $5S = 120$ for any filter bandwidth and accuracy class.

5.5 Linear operating range

5.5.1 Linearity of the response of a filter resulting from changes in the level of the signal at the input shall be tested with steady sinusoidal signals. Linear operating ranges shall be measured at least for the filters with the lowest and highest nominal midband frequencies of all filter bandwidths for which compliance with the requirements of this standard is claimed, and with flat frequency response, if provided, at least for the manufacturer-stated lowest and highest frequencies of the range of flat frequency response.

5.5.2 For each test frequency, level linearity errors on any level range shall be determined in accordance with definition 3.22 with steps of input signal level that are not greater than 5 dB. The difference between successive steps of input signal level shall be reduced to 1 dB to determine the lower and upper boundaries of a linear operating range.

5.5.3 The averaging time during a measurement shall be long enough to establish a stable indication considering the influence of internally generated noise at low input signal levels.

5.5.4 Si le constructeur le recommande, les prescriptions de 4.6.4 concernant le domaine de fonctionnement linéaire peuvent être contrôlées au moyen d'un signal d'entrée constitué de deux signaux sinusoïdaux, l'un d'eux étant le signal d'essai, l'autre étant un signal subsidiaire dont le niveau constant est de 20 dB en dessous de la limite supérieure du domaine de fonctionnement linéaire et dont la fréquence est au-dessus ou en dessous de la fréquence du signal d'essai, dans le domaine de fréquences pour la plus grande valeur de limite minimale applicable pour l'affaiblissement relatif de la réponse du filtre donnée en 4.4.

5.6 Fonctionnement en temps réel

5.6.1 Le domaine de fréquences sur lequel un filtre fonctionne en temps réel doit être déterminé à partir d'un essai utilisant le balayage en fréquence.

5.6.2 Il convient que le niveau moyen du signal de sortie ou son équivalent en continu, L_o , indiqué par le dispositif de lecture en sortie de l'appareil soit le même pour tous les filtres lorsqu'un signal sinusoïdal d'amplitude constante est appliqué à l'entrée et que le logarithme de la fréquence du signal varie à une cadence constante sur le domaine de fréquence de tous les filtres, quelle que soit la bande passante donnée.

5.6.3 Pour un signal d'entrée sinusoïdal balayé en fréquence, le niveau quadratique moyen théorique du signal de sortie, L_c , en décibels, qui devrait être indiqué à la sortie, pour un affaiblissement relatif égal à l'affaiblissement de référence du filtre réel et un affaiblissement infini à l'extérieur des fréquences latérales, est donné par:

$$L_c = L_{in} - A_{ref} + 10 \lg\{(T_{sweep}/T_{avg})[\lg(f_2/f_1)/\lg(f_{end}/f_{start})]\} \text{ dB} \quad (17)$$

où

L_{in} est le niveau moyenné mesuré du signal d'entrée à amplitude constante;

T_{sweep} est le temps nécessaire pour effectuer le balayage à une cadence logarithmique depuis la fréquence de démarrage f_{start} , jusqu'à la fréquence d'arrêt f_{end} ;

f_1 et f_2 sont les fréquences latérales;

T_{avg} est la durée de moyennage sélectionnée pour la mesure des niveaux du signal de sortie L_o .

NOTE - Dans l'équation (17), $\lg(f_2/f_1)$ vaut $3/(10b)$ pour le système à base dix et $(1/b) \lg(2)$ pour le système à base deux.

5.6.4 La différence δ entre le niveau moyen du signal de sortie mesuré, L_o et le niveau moyen de signal de sortie théorique correspondant, L_c , et la valeur mesurée ΔB pour la réponse intégrée du filtre, est donnée par:

$$\delta = L_o - \Delta B - L_c \quad (18)$$

5.6.5 L'essai relatif au fonctionnement en temps réel doit être effectué sur la gamme de niveau de référence. Le niveau des signaux d'entrée doit être de 3 dB en dessous de la limite supérieure du domaine de fonctionnement linéaire sur la gamme de référence de niveau. La cadence de balayage logarithmique en fréquence doit être suffisamment faible pour permettre des mesures correctes de l'affaiblissement relatif dans les bandes passantes des filtres selon le cas pour la bande passante du filtre. La fréquence de départ du balayage f_{start} doit être approximativement la moitié de la plus basse fréquence médiane nominale pour la bande

5.5.4 If recommended by the manufacturer, the requirements of 4.6.4 for linear operating range may be demonstrated with an input signal composed of two sinusoidal signals, one of which is the test signal and the other a subsidiary signal at a constant level 20 dB below the upper boundary of the linear operating range and at a frequency above or below the test frequency, in the frequency range for the greatest value of the applicable minimum limit for relative attenuation of filter response given in 4.4.

5.6 Real-time operation

5.6.1 The frequency range over which a filter operates in real-time shall be determined from a swept-frequency test.

5.6.2 The time-average or equivalent-continuous output signal level, L_o , indicated by the readout device at the output of the instrument should be the same for all filters when a constant-amplitude sinusoidal signal is applied to the input and the logarithm of the frequency of the signal is varied at a constant rate over the frequency range of all filters of any given bandwidth.

5.6.3 For a given swept-frequency sinusoidal input signal, the theoretical time-average output signal level, L_c , in decibels, that would be indicated at the output, with a relative attenuation equal to the reference attenuation of the actual filter and infinite attenuation outside the bandedge frequencies, is given by:

$$L_c = L_{in} - A_{ref} + 10 \lg\left\{\left(T_{sweep}/T_{avg}\right)\left[\lg(f_2/f_1)/\lg(f_{end}/f_{start})\right]\right\} \text{ dB} \quad (17)$$

where

L_{in} is the measured time-average signal level of the constant-amplitude input signal;

T_{sweep} is the time required to sweep at a logarithmic rate from the starting frequency f_{start} to the ending frequency f_{end} ;

f_1 and f_2 are the bandedge frequencies;

T_{avg} is the averaging time selected for measurement of the output signal level L_o .

NOTE – In equation (17), $\lg(f_2/f_1)$ equals $3/(10b)$ for base-ten systems and $(1/b) \lg(2)$ for base-two systems.

5.6.4 The difference δ between a measured output time-average signal level, L_o , and the corresponding constant theoretical output time-average signal level, L_c , and the measured value of the filter integrated response, ΔB , is given by:

$$\delta = L_o - \Delta B - L_c \quad (18)$$

5.6.5 The test for real-time operation shall be conducted on the reference level range. The level of the input signals shall be 3 dB less than the upper boundary of the linear operating range on the reference level range. The logarithmic frequency sweep rate shall be low enough to permit reliable measurements of the relative attenuation in the passbands of the filters as appropriate for the filter bandwidth. The frequency at the start of the sweep f_{start} shall be approximately half the lowest nominal midband frequency for the filter bandwidth. The frequency at the end of the sweep f_{end} shall be

passante du filtre. La fréquence d'arrêt du balayage f_{end} doit être approximativement le double de la fréquence médiane nominale correspondante la plus élevée. Le temps de moyennage T_{avg} doit être plus grand que la durée totale du balayage d'au moins 5 s.

NOTES

- 1 Une cadence de balayage logarithmique en «décades» par seconde est déterminée à partir de:

$$[\lg(f_{\text{end}}/f_{\text{start}})]/T_{\text{sweep}}$$

où

f_{end} est la fréquence d'arrêt du balayage;

f_{start} est la fréquence de départ du balayage;

T_{sweep} est la durée du balayage, en secondes.

- 2 Il convient que la cadence de balayage ne soit pas plus grande que 0,5 «décade» par seconde (ou 1,6 «octave» par seconde).

5.6.6 Le balayage en fréquence doit débuter dans les 3 s suivant l'initialisation de la durée de moyennage et un seul balayage est effectué sur tout le domaine de fréquence, de f_{start} à f_{end} . Les niveaux moyens des signaux de sortie doivent être mesurés et comparés avec le niveau du signal de sortie calculé conformément à l'équation (18). Quelle que soit la bande passante disponible dans l'appareil, les fréquences médianes nominales pour lesquelles la valeur absolue de la différence δ dépasse pour la première fois les tolérances indiquées en 4.7 définissent les fréquences limites basse et haute du domaine de fréquences du fonctionnement en temps réel.

5.7 Filtres anti-repliement

5.7.1 Pour des filtres à données échantillonnées, l'essai de la capacité des filtres anti-repliement à affaiblir de manière adéquate les composantes spectrales erronées du signal d'entrée doit être réalisé en appliquant à l'entrée des signaux sinusoïdaux permanents. Le niveau du signal de sortie doit être égal à la limite supérieure du domaine de fonctionnement linéaire sur la gamme de référence de niveau.

5.7.2 Pour chaque indicateur de bande passante de filtre disponible dans l'appareil, les fréquences du signal d'essai d'entrée doivent être égales à la fréquence d'échantillonnage utilisée moins la fréquence médiane nominale d'au moins un filtre dans chaque décade de fréquences du domaine correspondant à l'indicateur de bande passante. Par exemple, pour une gamme de fréquence médiane nominale comprise entre 20 Hz et 20 kHz, on choisira une fréquence médiane nominale comprise entre 20 Hz et 200 Hz, une comprise entre 200 Hz et 2 kHz et une comprise entre 2 kHz et 20 kHz.

5.7.3 Pour chaque fréquence d'essai, le niveau du signal de sortie ne doit pas dépasser le niveau du signal d'entrée moins la limite applicable du tableau 1 sur la valeur la plus grande de l'affaiblissement relatif minimal.

5.8 Sommation des signaux de sortie

5.8.1 Soit un filtre identifié par j dans un ensemble de filtres, et $j-1$ et $j+1$ représentant les filtres adjacents ayant des fréquences médianes plus faibles et plus élevées que celle du j ème filtre. Soit ΔA , ΔA_{j-1} et ΔA_{j+1} qui représentent respectivement les affaiblissements relatifs mesurés des trois filtres quelle que soit la fréquence d'essai.

approximately twice the corresponding greatest nominal midband frequency. The averaging time T_{avg} shall be greater than the total sweep time by at least 5 s.

NOTES

- 1 A logarithmic sweep rate in "decades" per second is determined from:

$$[\lg(f_{\text{end}}/f_{\text{start}})]/T_{\text{sweep}}$$

where

- f_{end} is the frequency at the end of the sweep;
 f_{start} is the frequency at the start of the sweep;
 T_{sweep} is the sweep time, in seconds.

- 2 The sweep rate should be not greater than 0,5 "decade" per second (or 1,6 "octave" per second).

5.6.6 Within 3 s after initiation of the averaging time period, the frequency sweep shall be started and swept once over the frequency range from f_{start} to f_{end} . Time-average output signal levels shall be measured and compared with the calculated output signal level in accordance with equation (18). For any filter bandwidth available in the instrument, the nominal midband frequencies where the absolute value of the difference δ first exceeds the applicable tolerances in 4.7 define the low- and high-frequency limits of the frequency range for real-time operation.

5.7 Anti-alias filters

5.7.1 For sampled-data filters, the test of the ability of anti-alias filters to adequately attenuate spurious spectral components of an input signal shall be performed with steady sinusoidal signals applied to the input. The level of the input signal shall equal the upper boundary of the linear operating range on the reference level range.

5.7.2 For each filter bandwidth designator available in the instrument, the frequencies of the input test signal shall equal the applicable sampling frequency minus the nominal midband frequency of at least one filter in each 1:10 frequency ratio of the complete frequency range applicable to the bandwidth designator. As an example, for a range of nominal midband frequencies from 20 Hz to 20 kHz, select one nominal midband frequency in the range from 20 Hz to 200 Hz, one in the range from 200 Hz to 2 kHz, and one in the range from 2 kHz to 20 kHz.

5.7.3 For each test frequency, the level of the output signal shall not exceed the level of the input signal minus the applicable limit from table 1 on the greatest value of minimum relative attenuation.

5.8 Summation of output signals

5.8.1 Let j identify a filter in a set of filters with $j-1$ and $j+1$ representing the contiguous filters with midband frequencies lower and higher than for the j th filter. Let ΔA_j , ΔA_{j-1} , and ΔA_{j+1} represent measured relative attenuations of the three filters, respectively, at any test frequency.

5.8.2 S étant égal au nombre de fréquences par bande passante du filtre, défini lors des essais d'affaiblissement relatif réalisés conformément aux prescriptions de 5.3, M étant le nombre entier le plus grand égal ou immédiatement inférieur à $S/2$ et i étant un entier quelconque compris entre $-M$ et $+M$ pour déterminer une fréquence f_i pour une mesure de l'affaiblissement relatif conformément à l'équation (15).

5.8.3 Quelle que soit la fréquence située entre les fréquences latérales inférieure et supérieure du même filtre dont la fréquence médiane exacte est f_m , la différence $\Delta P(f_i)$ entre le niveau du signal d'entrée moins l'affaiblissement de référence et le niveau des signaux de sortie additionnés, est déterminée à partir de la relation:

$$\Delta P(f_i) = 10 \lg [10^{-0,1 \Delta A_{j-1}} + 10^{-0,1 \Delta A_j} + 10^{-0,1 \Delta A_{j+1}}] \text{ dB} \quad (19)$$

où

ΔA_{j-1} correspond à l'affaiblissement relatif mesuré à la fréquence réduite $G^{[i/(bS)+1/b]}$,
 ΔA_j correspond à l'affaiblissement relatif mesuré à la fréquence réduite $G^{[i/(bS)]}$,
 ΔA_{j+1} correspond à l'affaiblissement relatif mesuré à la fréquence réduite $G^{[i/(bS)-1/b]}$.

5.8.4 L'essai doit être mené depuis la fréquence médiane la plus basse jusqu'à la fréquence médiane la plus élevée de l'ensemble des filtres.

5.8.5 Quelle que soit la bande passante obtenue, la différence $\Delta P(f_i)$ calculée conformément à l'équation (19) doit être à l'intérieur des tolérances données par 4.9 quelle que soit la fréquence d'essai située entre deux fréquences médianes d'octave ou de fraction d'octave.

5.9 Réponse plate en fréquence

Pour des ensembles de filtres pourvus d'une réponse plate en fréquence, l'étendue du domaine de fréquence sur laquelle les tolérances d'affaiblissement relatif définies en 4.10 sont respectées doit être mesurée en appliquant à l'entrée des signaux sinusoïdaux de niveau constant et en notant les niveaux des signaux de sortie correspondants. Le niveau des signaux d'entrée doit être égal au niveau du signal d'entrée de référence sur la gamme de référence de niveau. Les fréquences des signaux d'essai comportent les fréquences limites supérieure et inférieure du domaine de réponse plate en fréquence spécifiées par le constructeur et les fréquences médianes nominales des filtres de bande d'octave situées entre les limites inférieure et supérieure de fréquence.

5.10 Sensibilité aux variations de l'environnement

Des essais doivent être menés pour s'assurer que le filtre satisfait aux prescriptions relatives au domaine de température d'air ambiant définies en 4.14.1 et à l'effet de l'humidité relative défini en 4.14.2. Pour les essais en température, le temps d'exposition à chaque température d'air ambiant doit être suffisamment long pour permettre à l'appareil en essai d'atteindre un équilibre avec la température régnante.

5.11 Sensibilité aux décharges électrostatiques

Il convient que le constructeur détermine l'influence d'une décharge électrostatique conformément à la CEI 801-2.

5.8.2 With S equal to the number of frequencies per filter bandwidth from the relative attenuation tests conducted according to the requirements of 5.3, let M be equal to the largest integer just less than or equal to $S/2$ and let i be any integer between $-M$ and $+M$ to determine a frequency f_i for a measurement of relative attenuation in accordance with equation (15).

5.8.3 At any frequency between the lower and upper bandedge frequencies of the j th filter with exact midband frequency f_m , the difference $\Delta P(f_i)$ between the level of the input signal minus the reference attenuation and the level of the summed output signals is determined from the relationship:

$$\Delta P(f_i) = 10 \lg [10^{-0,1 \Delta A_{j-1}} + 10^{-0,1 \Delta A_j} + 10^{-0,1 \Delta A_{j+1}}] \text{ dB} \quad (19)$$

where

ΔA_{j-1} is the relative attenuation measured at normalized frequency $G^{[i/(bS)+1/b]}$;
 ΔA_j is the relative attenuation measured at normalized frequency $G^{[i/(bS)]}$;
 ΔA_{j+1} is the relative attenuation measured at normalized frequency $G^{[i/(bS)-1/b]}$.

5.8.4 The test shall be carried out from the lowest midband frequency to the highest midband frequency of the filter set.

5.8.5 For any filter bandwidth provided, the difference $\Delta P(f_i)$ calculated according to equation (19) shall be within the tolerances given in 4.9 at any test frequency between any two octave or fractional-octave midband frequencies.

5.9 Flat frequency response

For filter sets that provide a range of flat frequency response, the extent of the frequency range over which the tolerances on relative attenuation in 4.10 are maintained, shall be tested by applying constant-level sinusoidal signals to the input and noting the corresponding output signal levels. The level of the input signals shall equal the reference input signal level on the reference level range. The frequencies of the test signals include the manufacturer's stated lower and upper limits of the range of flat frequency response and the nominal midband frequencies of the octave-band filters between the lower and upper frequency limits.

5.10 Sensitivity to variations of the environment

Tests shall be carried out to ensure that the filter satisfies the requirements for the range of ambient air temperatures given in 4.14.1 and for the effect of relative humidity given in 4.14.2. For temperature tests, the exposure time at each ambient temperature shall be long enough to permit the instrument under test to reach equilibrium with the prevailing temperature.

5.11 Sensitivity to electrostatic discharge

The manufacturer should determine the influence of electrostatic discharge in accordance with IEC 801-2.

5.12 Sensibilité aux champs électromagnétiques en radiofréquence

Il convient que le constructeur détermine l'influence des champs électromagnétiques en radiofréquence conformément à la CEI 801-3.

6 Marquage de l'appareil

Un ensemble de filtres qui satisfait à toutes les prescriptions de cette norme doit être marqué «filtre de bande YYY, classe X, CEI 1260:1995» où YYY est la bande passante, par exemple octave, et X est 0, 1 ou 2 selon le cas. L'ensemble de filtres doit être également marqué du nom du constructeur, du numéro du modèle et du numéro de série, si cela est réalisable en pratique.

7 Notice d'emploi

La notice d'emploi d'un ensemble de filtres doit inclure au moins les informations de la liste ci-dessous:

- a) une information selon laquelle tous les filtres, quelles que soient les largeurs de bande passante de filtres disponibles dans chaque canal d'analyse d'un filtre (si plus d'un canal est disponible), sont conformes à toutes les prescriptions de cette norme et se situent à l'intérieur des tolérances d'une classe de précision;
- b) une description de la méthode analytique qui a été choisie pour réaliser le concept de filtres;
- c) pour des filtres numériques et à données échantillonnées, la fréquence ou les fréquences d'échantillonnage qui s'appliquent aux différents filtres;
- d) pour chaque canal d'analyse disponible, une liste des fréquences médianes nominales de tous les filtres de chaque bande passante de filtre disponible, en conformité avec les indications de l'annexe A;
- e) une information sur le système, base dix ou base deux, choisi pour déterminer le rapport de fréquence d'octave;
- f) la gamme de référence de niveau;
- g) le niveau de référence du signal d'entrée;
- h) l'affaiblissement de référence;
- i) le domaine linéaire de fonctionnement et les tolérances de linéarité (erreur de linéarité de niveau maximale) des grandeurs affichées à l'extérieur du domaine linéaire de fonctionnement;
- j) pour chaque domaine de niveau, les recommandations indiquant comment faire fonctionner l'appareil pour s'assurer que les mesures sont faites dans le domaine de fonctionnement linéaire;
- k) pour chaque bande passante nominale de filtre disponible, le domaine de fréquence pour le fonctionnement en temps réel et toute autre information pertinente pour les analyses spectrales en temps réel de signaux transitoires et variables dans le temps;
- l) s'il existe, le domaine de fréquence de la réponse nominale plate en fréquence;
- m) la tension efficace maximale pour un signal d'entrée sinusoïdal quelle que soit la fréquence dans le domaine de l'appareil et pour chaque domaine de niveau;

5.12 *Sensitivity to radio-frequency electromagnetic fields*

The manufacturer should determine the influence of radio-frequency electromagnetic fields in accordance with IEC 801-3.

6 Instrument marking

A filter set that complies with all requirements of this standard shall be marked "YYY-band filter, class X, IEC 1260:1995" where YYY is the bandwidth, for example, octave and X is 0, 1 or 2, as appropriate. The filter set shall also be marked with the name of the manufacturer, the model, and serial number, if practical.

7 Instruction manual

The instruction manual for a filter set shall include at least the information listed below:

- a) a statement that all filters of all nominal filter bandwidths available in each analysis channel of a filter (if more than one channel is available) comply with all performance requirements of this standard within the tolerances for an accuracy class;
- b) a description of the analytical method that was selected to implement the design of the filters;
- c) for digital and sampled-data filters, the sampling frequency or frequencies applicable to the various filters;
- d) for each analysis channel available, a list of the nominal midband frequencies for all filters of each available filter bandwidth, in accordance with the guidelines in annex A;
- e) a statement of the system, base-ten or base-two, selected to determine the octave frequency ratio;
- f) the reference level range;
- g) the reference input signal level;
- h) the reference attenuation;
- i) the linear operating range and the linearity tolerances (maximum level linearity error) of displayed output signal levels outside the linear operating range;
- j) for each level range, recommendations on operation of the instrument to ensure that measurements are made within the linear operating range;
- k) for each nominal filter bandwidth available, the frequency range for real-time operation and other information pertinent to real-time spectral analyses of transient and time-varying signals;
- l) if available, the frequency range of nominally flat frequency response;
- m) the maximum root-mean-square voltage of a sinusoidal input signal at any frequency in the range of the instrument and for each level range;

- n) si besoin est, les composantes réelle et imaginaire des impédances terminales qu'il convient de placer à l'entrée et à la sortie de l'appareil;
- o) les limites de température et les durées d'exposition correspondantes qui, si elles sont dépassées, entraîneront un dommage permanent à l'appareil;
- p) les limitations sur l'usage de l'appareil à proximité d'une source de champs magnétiques alternatifs;
- q) les limitations sur le fonctionnement de l'appareil à proximité des sources de décharge électrostatique et en particulier en conditions de faible humidité;
- r) limitations sur le fonctionnement de l'appareil à proximité des sources de champs électromagnétiques en radiofréquence;
- s) si l'alimentation est sur pile, le moyen recommandé pour contrôler que la puissance électrique fournie par les piles est suffisante pour que l'appareil fonctionne à l'intérieur de toutes les tolérances applicables au moment du contrôle;
- t) si le filtre est prévu pour fonctionner en association avec un sonomètre ou un appareil équivalent, l'appareil spécifique doit être défini;
- u) la durée maximale nécessaire, après la mise en marche du filtre qui est resté suffisamment longtemps à l'arrêt à la température ambiante régnante pour atteindre l'équilibre thermique avant que l'appareil puisse être utilisé pour mesurer les niveaux des signaux de sortie filtrés, en conformité avec les prescriptions de cette norme pour toutes les températures d'air ambiant qui s'appliquent; et
- v) n'importe quelle information complémentaire nécessaire pour réaliser les essais afin de vérifier que le filtre est conforme aux prescriptions de cette norme dans les tolérances applicables ou afin d'utiliser l'appareil pour obtenir des niveaux du signal de sortie filtré en bande passante à l'intérieur des tolérances de précision de la classe.